



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

# **Suunnitteluprosessin virtaus ja ohjaus yhteistoiminnallisissa rakennushankkeissa**

Veera Muukkonen

TUOTANTOTALOUS

Diplomityö

Syyskuu 2020



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

# **Suunnitteluprosessin virtaus ja hallinta yhteistoiminnallisissa rakennushankkeissa**

Veera Muukkonen

Ohjaajat: Harri Haapasalo, Miika Ronkainen

TUOTANTOTALOUS

Diplomityö

Syyskuu 2020

# TIIVISTELMÄ

Suunnitteluprosessin virtaus ja hallinta yhteistoiminnallisissa rakennushankkeissa

Veera Muukkonen

Oulun yliopisto, Tuotantotalouden koulutusohjelma

Diplomityö 2020, 113 s. + 2 liitettä

Työn ohjaaja yliopistolla: Professori Harri Haapasalo

Yhteistoiminnallisten rakennushankkeiden suunnitteluprosessissa on mukana laajasti eri toimijoita: suunnittelualojen asiantuntijoita, tilaajan edustajia, käyttäjiä sekä toteuttajia. Aikaisen integroinnin ja yhteistoiminnallisuuden kautta hankkeisiin on saatu paljon hyötyjä, mutta suunnitteluprosesseissa on tunnistettu haasteita esimerkiksi negatiivisessa iteraatiossa, kommunikoinnissa sekä tilannekuvan hallinnassa. Suunnitteluprosessin alkuvaihe poikkeaa luonteeltaan toteutusvaiheesta ja toteutussuunnittelusta esimerkiksi aikataulun hallinnan osalta.

Tämän työn tavoitteena oli kehittää konstruktiivista lähestymistapaa noudattaen yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin malli, joka sisältää vaiheet, tärkeimmät etapit ja keskeiset suunnittelutehtävät, sekä antaa kokonaisvaltainen malli suunnitteluprosessin ohjaamiseen antaen ohjeistuksia toimintatapoihin liittyen. Prosessikuvauksen kehittämiseksi työssä suoritettiin kirjallisuuskatsaus ja empiirinen tutkimus.

Suunnitteluprosessin kehittämisen kolme pääteemaa ovat yhteistoiminnallisuus, lean: jatkuva parantaminen sekä ketterä prosessi ja virtaus. Työn tuloksena tuotettuun prosessikuvaukseen sisällytettiin tunnistetut etapit, esimerkkimoduuleja, -tehtäviä sekä toimintatapoja liittyen mainittuihin pääteemoihin sekä TVD-prosessiin ja tiedonhallintaan ja tietomallinnukseen. Tutkimuksen tulos tuo yhteistoiminnallisiin rakennushankkeisiin mallin, jota voidaan soveltaa hankkeiden suunnitteluprosessin ohjauksessa. Tulos on siirrettävissä ja sovellettavissa yhteistoiminnallisiin rakennushankkeisiin, sillä siinä ei ole tehty suuria rajoituksia tai oletuksia hankkeista.

*Avainsanat: yhteistoiminnallisuus, suunnittelunohjaus, suunnittelun virtaus*

# ABSTRACT

Flow and management of design in collaborative construction projects

Veera Muukkonen

University of Oulu, Industrial Engineering and Management

Master's Thesis 2020, 113 pp. + 2 appendices

Thesis Supervisor: Professor Harri Haapasalo

There are many parties involved in collaborative construction projects' design process: design experts from different fields, client representatives, users, and contractors. Early integration and collaborative methods have brought many benefits to construction projects, but challenges in, for example negative iteration, communication and understanding the stage of the project, have been recognized in the design phase. The early design phase differs by nature from the production and detail design phases for example in terms of planning.

The goal of this Master's Thesis was to develop a model for the collaborative design process showing the phases, the most important milestones and key design tasks and also give a comprehensive model for the management of the design process by giving instructions for the main practises by using a constructive approach. To develop the design process, a literature review and empirical research were conducted.

The three main themes of improving the design process are: collaboration, lean: continuous improvement, and agile process and flow. The constructed process model consisted the recognized milestones, examples of modules and tasks, and practices regarding the three main themes and for example the Target Value Design process. The findings of this study give a model for collaborative construction projects that can be applied in the management of design processes in projects. The findings are transferable and applicable to collaborative construction projects since no bigger restrictions or assumptions about projects were made.

*Keywords: collaboration, design management, flow of design*

# ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty kehitysprojektina Vison Oy:n toimeksiannosta osana tuotantotalouden diplomi-insinöörin koulutusohjelmaa vuoden 2020 tammikuun ja syyskuun välisenä aikana.

Työn ohjaajina toimivat professori Harri Haapasalo ja diplomi-insinööri Miika Ronkainen. Haluaisin kiittää Harria työn ohjauksesta ja avusta sen hankinnassa sekä tohtorikoulutettava Petteri Annusta työn kommentoinnista. Haluan kiittää Visonin osakkaita mahdollisuudesta liittyä tiimiin sekä koko Visonin porukkaa jatkuvasta työssä tukemisesta ja alaan perehdyttämisestä, erityisesti työni ohjaajaa Miikaa sekä Saria ja Eeroa työn kommentoinnista. Diplomityöpaikka on tarjonnut enemmän kuin olisin osannut kuvitellakaan silloin, kun ensimmäisen kerran kuulin mahdollisuudesta viime vuoden lopulla. Lisäksi haluan kiittää työn haastatteluihin osallistuneita.

Haluaisin kiittää myös avopuolisoani, ystäviäni ja perhettäni tuesta työn ja opiskeluiden aikana. Lisäksi haluan kiittää erityisesti kaikkia opiskelujen aikana saamia ystäviä, joita ilman opiskelu olisi ollut paljon tylsempää. Tuotantotalouden opinnot Oulun yliopistolla opettivat minulle hurjan määrän uusia taitoja, joista työtehtävissä on ollut suuri apu.

Oulussa 08.09.2020

*Veera Muukkonen*

Veera Muukkonen

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO

MERKINNÄT JA LYHENTEET

1 JOHDANTO .....	9
1.1 Tutkimuksen tausta .....	9
1.2 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset.....	9
1.3 Tutkimuksen rajaus .....	10
2 KIRJALLISUUSKATSAUS .....	12
2.1 Suunnitteluprosessin ja rakennushankkeen kulku.....	12
2.1.1 RT-kortiston mukainen suunnittelun vaiheistus .....	13
2.1.2 Suunnittelunohjauksen prosessi ja sen ositus .....	15
2.1.3 Rakennushankkeen suunnitteluprosessin haasteet.....	18
2.1.4 Yhteistoiminnallinen suunnitteluprosessi .....	19
2.2 Lean-filosofia .....	21
2.2.1 Lean rakennusosalalla .....	21
2.2.2 Virtaus.....	25
2.2.3 Tahtituotanto.....	26
2.2.4 Eräkoon pienentäminen .....	27
2.3 Lean-menetelmät ja yhteistoiminnallinen työskentely.....	28
2.3.1 Päätöksenteon ja ongelmanratkaisun menetelmät .....	32
2.3.2 Last Planner System .....	34
2.3.3 Big Room.....	36
2.3.4 Solmutyöskentely .....	36
2.4 Target Value Design .....	37
2.5 Ketterät menetelmät .....	41
2.6 Tuotekehitysprosessi .....	43
2.6.1 Stage-Gate -malli .....	45
2.6.2 Suunnitteluprosessin etapit .....	47
2.7 Kirjallisuuskatsauksen synteesi.....	48
3 EMPIRIA .....	53
3.1 Tutkimusprosessi.....	53

3.2 Haastattelujen analysointi .....	56
3.2.1 Suunnitteluprosessin moduulit.....	57
3.2.2 Suunnitteluprosessin virtaus .....	60
3.2.3 Suunnittelun etapit ja välitavoitteet .....	62
3.2.4 Tavoitteet ja arvo aikaisessa suunnittelussa .....	63
3.2.5 Integraatio suunnittelussa .....	65
3.2.6 Yhteistoiminnallisuus suunnittelussa.....	66
3.2.7 Suunnittelupalaverit.....	68
3.3 Empirian synteesi .....	71
3.4 Pohdinta.....	73
3.4.1 Suunnittelun virtauttamisesta.....	74
3.4.2 Suunnittelu eri projekteissa.....	75
3.4.3 Suunnittelun käytänteistä.....	76
3.4.4 Tutkimuksen erityispiirteitä.....	77
4 SUUNNITTELUPROSESSI.....	79
4.1 Prosessikuvaus .....	80
4.1.1 Suunnittelun aloitus .....	82
4.1.2 Hankesuunnittelu .....	84
4.1.3 Kehitysvaihe .....	85
4.2 Suunnitteluprosessin ohjaus .....	88
4.2.1 Suunnitteluprosessin pääteemojen tehtävät .....	89
4.2.2 Suunnitteluprosessin toimintatavat .....	91
5 YHTEENVETO .....	93
5.1 Tutkimuksen tulokset ja kontribuutio .....	93
5.2 Tutkimuksen tarkastelu .....	94
5.3 Jatkotutkimusaiheet.....	96
LÄHDELUETTELO.....	97
LIITTEET .....	114

## LIITTEET:

Liite 1. Haastattelukysymykset

Liite 2. Prosessikuvaus

## MERKINNÄT JA LYHENTEET

A3	Ongelmanratkaisumenetelmä
AC	<i>Allowable Cost</i> , sallitut kustannukset
BIM	<i>Building Information Model</i> , rakennuksen tietomallintaminen
CBA	<i>Choosing by Advantages</i> , hyötyihin perustuva valintamenettely
CDM	<i>Collaborative Design Management</i> , yhteistoiminnallinen suunnittelunohjaus
ICE	<i>Integrated Concurrent Engineering</i> , integroitu rinnakkaissuunnittelu
IPT	Integroitu projektitoimitus
JIT	<i>Just In Time</i> , juuri oikeaan aikaan
LPDS	<i>Lean Project Delivery System</i> , lean-projektintoimitusjärjestelmä
LPS	<i>Last Planner System</i>
SBD	<i>Set-Based Design</i> , joukkopohjainen suunnittelu
TVD	<i>Target Value Design</i> , tilaajan tavoitteisiin suunnittelu
VSM	<i>Value Stream Mapping</i> , arvovirtauksen kuvaaminen,
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> , laatutoimintojen käyttöönotto



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Rakennusalan tuottavuus on maailmanlaajuisesti laskenut viimeisen 40 vuoden ajan (Aziz & Hafez 2013). Rakennusprojektit ovat uniikkeja, ja suunnittelu on kompleksinen prosessi asiakkaan tarpeiden muuttamisesta insinöörituotoksiksi (Uusitalo *et al.* 2017). Suunnitteluprosessi kasvaa kompleksisuudessaan suunnittelun edetessä ja suunnittelun alkuvaihe on haastavaa johtaa (Khalife *et al.* 2018). Varsinkin suunnittelun alkuvaiheissa tarvitaan vahvaa suunnittelun koordinoitua ja integroitua (Demir & Theis 2016). Suunnitteluprosessin alkuvaiheissa tehtävät päätökset vaikuttavat koko projektin arvon tuottamiseen (Schöttle *et al.* 2018).

Vuonna 2015 Rakentamisen Laatu RALA ry:n keräämässä suunnittelijapalautteessa käy ilmi, että pääurakoitsijoiden ja rakennuttajien mielestä suunnitelmien virheettömyydessä, kattavuudessa, yhteensopivuudessa ja ristiriidattomuudessa sekä suunnittelijoiden toiminnan ajallisessa hallinnassa on kehitettävää. Suunnittelijoiden antaman palautteen perusteella rakennuttajilla on parannettavaa myös ajallisessa hallinnassa sekä suunnitteluun tarvittavien lähtötietojen antamisessa. (Junnonen & Kärnä 2015)

Rakennushankkeiden suunnitteluprosessin kehittämistä on viime aikoina tutkittu kirjallisuudessa ja rakennusalan tutkimushankkeissa. Esimerkiksi Building 2030 -hankkeessa on tutkittu suunnittelua, sekä rakennusalan toimijoiden yhteishankkeissa, kuten RAIN2-hankkeessa, on ollut työpajoja suunnittelun virtauttamisesta. Myös useita diplomitoita on valmistunut viime vuosina suunnittelun kehittämiseen liittyen, kuten Koniet (2019) ja Riihiluoma (2017).

## 1.2 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset

Työn taustalla on tavoite parantaa suunnitteluprosessin kokonaisuuden ohjaamista ja eri osapuolten välistä yhteistoimintaa. Diplomityön tavoitteena on tuottaa yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin malli. Mallissa näkyy eri suunnitteluvaiheet,

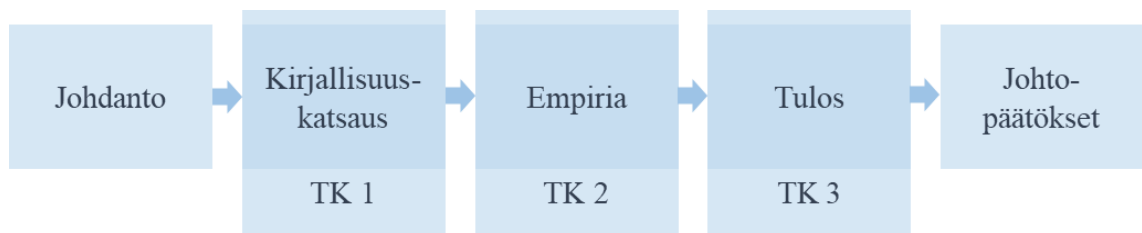
tärkeimmät etapit ja keskeiset suunnittelutehtävät vaiheittain. Prosessikuvauksen lisäksi työn tavoitteena on antaa ohjeistuksia suunnittelun ohjaukseen ja yhteistoiminnallisuuteen liittyen, tuottaen kokonaisvaltaisen mallin suunnitteluprosessin ohjaamiseen.

Edellä mainittu tavoite voidaan jakaa seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

TK 1. Miten rakennushankkeen suunnitteluprosessi etenee ja miten sitä voidaan kehittää ja moduloida?

TK 2. Mitkä ovat suunnitteluprosessin etapit ja miten niiden välissä voidaan moduloida työtehtäviä ja toimia yhteistoiminnallisesti ja ketterästi?

TK 3. Miten yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin tulisi edetä ja miten sitä voidaan hallita?



*Kuva 1. Tutkimuksen rakenne.*

Kuvan 1 mukaan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastataan teoriaosuuden jälkeen, toiseen tutkimuskysymykseen empirian haastatteluiden jälkeen ja kolmanteen tutkimuskysymykseen tuloksen, eli prosessikuvauksen esittelyn jälkeen. Diplomityön tutkimusmenetelmänä käytetään laadullista konstruktivistista tutkimusta, luoden uuden prosessimallin kirjallisuuden sekä puolistrukturoitujen asiantuntijahaastattelujen kautta, keräten näkemyksiä aiemmista prosesseista, työtavoista ja haasteista uuden yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin ohjauksen mallin kehittämiseen.

### 1.3 Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen kohteena ovat talonrakennushankkeiden suunnitteluprosessin alkuvaiheet tarveselvityksen jälkeen ennen toteutussuunnittelun käynnistämistä, eli RT-kortiston tehtäväluetteloiden mukaisesti hanke-, ehdotus- ja yleissuunnittelu ja niihin liittyvät

tehtävät. Yhteistoiminnallisissa allianssihankkeissa hanketta on jaoteltu kehitys-, toteutus- ja jälkivastuuvaiheisiin, joista kehitysvaiheessa allianssi sopii yhdessä suunnitelmien tarkkuustason, kuten ehdotus-, yleis- tai toteutussuunnitelmat (RT 103199 2020). Työssä keskitytään pääosin hankesuunnitteluun ja kehitysvaiheeseen ennen toteutussuunnittelun aloittamista. Työ ei käsittele infrarakentamisen suunnitteluprosessia. Rakennushankkeissa on suuri määrä eri alojen suunnittelijoita, ja työn laajuuden hallinnan takia tarkemmin tarkasteltavista suunnittelualoista rajattiin pois suunnittelun asiantuntijatehtävät, joita ovat Talo 2000 -hankenimikkeistön (2007) mukaan muun muassa geotekniset, akustiset, maisema-, palo- ja talousasiantuntijatehtävät.

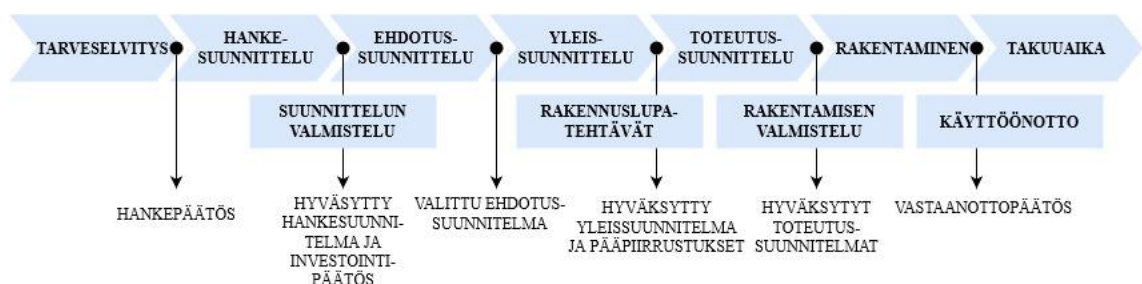
Tutkimus on keskittynyt yhteistoiminnallisiin, integroituihin rakennushankkeiden toteutusmuotoihin. Tarkempaa rajausta hankkeen yhteistoiminnallisuudesta ja integroituneisuudesta ei ole tehty, rajaamalla työ esimerkiksi allianssihankkeisiin. Työn kirjallisuuskatsauksessa kuitenkin tarkastellaan suunnitteluprosessia yleisesti, jolloin kirjallisuutta ei ole rajattu pelkkiin yhteistoiminnallisiin toteutusmuotoihin.

## 2 KIRJALLISUUSKATSAUS

Diplomityön kirjallisuuskatsaus pyrkii vastaamaan ensimmäiseen tutkimuskysymykseen: *Miten rakennushankkeen alkuvaiheiden suunnitteluprosessi etenee ja miten sitä voidaan kehittää ja moduloida?* Rakennushankkeiden suunnittelun näkökulmasta käydään läpi erilaisia suunnitteluprosessin vaiheistamisen menetelmiä sekä menetelmiä leanista, ketterästä kehittämisestä ja tuotekehityksestä suunnittelun kehittämiseen, joita on käytössä rakennusalailla tai muualla teollisuudessa.

### 2.1 Suunnitteluprosessin ja rakennushankkeen kulku

Pääurakkamuodoissa aikataulut ovat tyypillisesti niin kutsuttua ketjumallia, jossa hankkeen vaiheet ovat peräkkäin ja seuraava vaihe aloitetaan vasta edellisen päätyttyä. Esimerkiksi projektinjohto- ja yhteisvastuullisissa toteutusmuodoissa on mahdollista käyttää rinnakkaismallia, jossa limitetään yhteen toteutussuunnittelua, hankintaa ja rakentamista hankkeen kokonaisajan lyhentämiseksi. (RT 10-11225 2016) Rakennushankkeen tehtäväkokonaisuudet ja vaiheiden tulokset hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelon HJR12 -ohjekortin (RT 10-11107 2013) ja talonrakennushankkeen kulku - rakennushankkeen vaiheet ja osittelu -ohjekortin (RT 10-11224 2016) mukaan ovat kuvattuna kuvassa 2.



Kuva 2. Rakennushankkeen tehtäväkokonaisuudet ja vaiheiden tulokset (mukaiillen RT 10-11107 2013; RT 10-11224 2016).

Suunnitteluprosessin vaiheistus hankesuunnittelusta toteutussuunnitteluun on käsitelty myöhemmin luvussa 2.1.1. Suunnittelun jälkeinen rakentamisen valmisteluvaihe tuottaa tuloksena rakentamispäätöksen ja urakoitsijavalinnat (RT 10-11107 2013). Rakentamisen valmistelussa arkkitehti tarkistaa valittujen toteutussuunnitelmien sopivuutta, osallistuu arkkitehtisuunnittelun rakennusaikaisten tavoitteiden

määrittämiseen sekä tarvittaessa neuvottelee toteuttajien kanssa suunnitelmien ja toteutuksen välisestä vuorovaikutuksesta. (RT 10-11109 2013)

Rakennusvaiheessa varmistetaan hankkeen aikataulussa pysyminen, sopimuksen mukainen toteutus, tavoitteiden täyttyminen, tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet sekä huolehditaan toimeksiantajan eduista ja teetetään muutostyösuunnitelmat (RT 10-11107 2013). Rakennusvaiheessa arkkitehti seuraa suunnitelmien mukaista toteuttamista sekä laatii tarvittavia täydentäviä tuotantosuunnitelmia (RT 10-11109 2013). Rakennusvaiheen tuloksena tehdään vastaanottopäätös ja urakan vastaanotto (RT 10-11107 2013).

Rakennusprojektien suunnitteluvaiheita yleensä suunnitellaan ja toteutetaan käyttäen vesiputousmallia. Rakennusprojektien dynaaminen ympäristö vaatii kuitenkin iteroivaa johtamistapaa lyhyillä jaksoilla ja nopealla palautteenannolla perinteisen johtamismallin sijasta, jotta päästään täydelliseen päämäärään. (Demir & Theis 2016) Joissain rakennushankkeissa on käytössä hankkeen kehitysvaihe, jossa on tehty kehitysvaiheen sopimus jonkin tahon kanssa ilman tilaajan sitoutumista jatkotoimeksiantoon tai hankkeen toteutukseen sopijakumppanin kanssa. Sopimuksen määrittelyn mukaan sopijakumppani voi päästä hankkeen toteutukseen tai toimeksianto voidaan keskeyttää kehitysvaiheen jälkeen. Tällaisessa kehitysvaiheessa, jolloin hankkeeseen ryhtyminen ei ole varmaa, selvitetään hankkeen toteutuskelpoisuutta. (RT 11224 2016)

### **2.1.1 RT-kortiston mukainen suunnittelun vaiheistus**

Suunnittelutehtävät jaotellaan Talo 2000 -hankenimikkeistön (2007) mukaan tilasuunnitteluun, rakennussuunnitteluun, suunnittelun asiantuntijatehtäviin ja hanketietotehtäviin. Tilasuunnitteluun kuuluvat toiminnallinen tilasuunnittelu ja tilayhteyssuunnittelu. Rakennussuunnitteluun kuuluvat pää-, arkkitehti-, rakenne-, LVI-, sähkö- ja sisustussuunnittelu. Suunnittelun asiantuntijatehtäviä ovat muun muassa geotekniset, akustiset, maisema-, palo- ja talousasiantuntijatehtävät. Hanketietotehtäviin kuuluvat kopiointi-, tietokanta- ja huoltokirjatehtävät sekä muut erityiset hanketietotehtävät. (Talo 2000 -hankenimikkeistö 2007) RT 10-11224 (2016) ehdottaa yhdeksi mahdolliseksi suunnittelutehtävien ositteluksi suunnittelupaketteihin jakoa RT-kortiston suunnittelun tehtäväluetteloiden avulla.

Suunnittelijan vastuulla on huolehtia suunnitelmien pätevyydestä liittyen niiden kestävyyteen, toiminnallisuuteen ja toteutettavuuteen. Suunnittelun tilaaja huolehtii lähtötietojen hankkimisesta, suunnitteluryhmän kokoamisesta sekä mahdollisesta suunnittelutoimeksiannon ulkopuolelle rajatusta suunnittelutyöstä. (RT 10-11129 2013)

Suunnittelunohjauksen kautta varmistetaan, että tehdyt suunnitelmat ovat niin toiminnallisesti, taloudellisesti, esteettisesti, teknisesti, ympäristöllisesti kuin muilta vaatimuksiltaan hyväksyttävät sekä johtavat suunnitteluprosessille asetettuihin tavoitteisiin. Tätä varten suunnittelussa tulee luoda tiedonvaihtoaikataulu, jossa on aikataulutettu suunnittelua varten tarvittavien lähtötietojen saaminen ja sovittu tiedonsiirto eri suunnittelijoiden kesken. (RT 10-11225 2016)

Rakennushankkeen suunnittelun prosessia voidaan vaiheistaa kuvan 3 mukaisesti neljään yläluokkaan: hankesuunnittelu, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu ja toteutussuunnittelu. Kuvassa 2 näkyviä vaiheita suunnittelun valmistelu, rakennuslupatehtävät ja rakentamisen valmistelua ei ole jaettu omiksi vaiheiksi, vaan ne ovat osa muita vaiheita kuvan 2 mukaisesti. (RT 10-11224 2016)



*Kuva 3. Rakennushankkeen suunnittelun jaottelu (RT 10-11224 2016).*

Ennen varsinaista suunnittelua olevassa tarveselvityksessä sekä hankesuunnittelussa on talotekniikkasuunnittelun osalta tärkeää huomioida suuret talotekniset kustannuserät liittyen olosuhde-, toiminnallisuus- ja turvallisuusvaatimuksiin, jotta tavoitekustannukset saadaan tarkennettua (RT 10-11129 2013).

Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään rakennushankkeen rakennuspaikka ja toteutustapa, sekä asetetaan sille täsmälliset tavoitteet laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskien. Hankesuunnitteluprosessissa tasapainoillaan tarkentaen tavoitteiden ja lähtötietojen välillä. Hankesuunnittelun tekijä on toimeksiantaja käyttäen apuna rakennuttajakonsultteja ja suunnittelijoita. (RT 10-11107 2013) Arkkitehti selvittää tässä vaiheessa tilat yleisellä tasolla (RT 10-11109 2013). Talotekniikkasuunnittelija avustaa tässä vaiheessa muun muassa tontin rakennettavuuden selvittämisessä ja taloteknisten suunnittelutavoitteiden määrittelyssä

ja sovittamisessa hankkeen tavoitteisiin (RT 10-11129 2013). Hankesuunnittelun tuloksena syntyy hanketietokortin sekä projekti- ja hankeohjelman sisältävä hankesuunnitelma (RT 10-11107 2013).

Suunnittelu käynnistetään suunnittelupäätöksen tekemisen jälkeen, jolloin on pidetty mahdolliset suunnittelukilpailut, pyydetty suunnittelutarjoukset, käyty tarvittavat neuvottelut, valittu suunnittelijat ja tehty suunnittelusopimukset. Ehdotussuunnittelussa laaditaan vaihtoehtoiset suunnitteluratkaisut hankesuunnittelussa asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Tämän vaiheen tulos, tilaajan ja käyttäjän valitsema ehdotussuunnitelma, on pohja jatkosuunnitelmille. (RT 10-11107 2013)

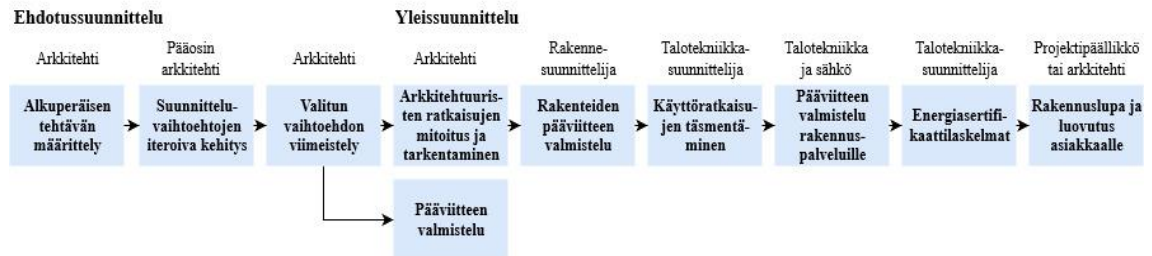
Valittu ehdotussuunnitelma kehitetään yleissuunnitteluvaiheessa toteutuskelpoiseksi. Vaiheessa syntyy tuloksena sekä rakennuksen kiinteän perusosan että muuntuvien tila-alueiden suunnitteluun hyväksytty yleissuunnitelma ja pääpiirrustukset. (RT 10-11107 2013) Yleissuunnittelussa hankkeen osittelu kiinteisiin ja muuntuviin osiin perustuu siihen, että perusrakennuksen tilajakoa voidaan muuttaa vielä toteutussuunnittelussa. Yleissuunnitelmat muodostavat pohjan rakennuslupa-asiakirjoille. (RT 10-11109 2013)

Neljännän suunnitteluvaiheen, toteutussuunnittelun, pohjana käytetään hyväksyttyä yleissuunnitelmaa, kehittämällä sitä rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi mitoitetuiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi. Tämän vaiheen tuloksena syntyy hyväksytyt toteutussuunnitelmat. (RT 10-11107 2013) Perinteisissä urakoissa urakoitsijat on liitetty hankkeeseen, kun toteutussuunnitelmatasoiset asiakirjat ovat valmistuneet (Kruus 2008).

### **2.1.2 Suunnittelunohjauksen prosessi ja sen ositus**

Rakennushanke voidaan ositella suunnittelupaketteihin, jolloin suunnitelmapaketti on myös suunniteltava toteutussuunnitelmien kokonaisuus. Tämä osittelutapa soveltuu hyvin päätösten, suunnitelmien ja hankintojen integrointiin. (RT 10-11224 2016). Tyypillinen suunnittelun aikataulu sisältää vain arvoa lisääviä tehtäviä, esimerkiksi yleissuunnitelmaan voidaan lisätä vain suunnittelun hyväksyntä suunnittelun lopussa (Pikas *et al.* 2015). Kuvassa 4 on esitelty Pikas *et al.* (2015) havainnoima esimerkki

pääpiirteittäin suunnitteluprosessin jaottelusta suunnittelupaketeittain, joiden välillä suunnittelijat ja arkkitehdit koordinoivat sisäisesti tehtävien järjestystä.



Kuva 4. Suunnitteluprosessin vaiheet ja tehtävien vastuuhenkilöt (mukaillen Pikas *et al.* 2015).

Bølviken *et al.* (2010) jaottelee suunnitteluprosessin kolmeen vaiheeseen, joista ensimmäinen on suunnitelman kehittämisen prosessi: suunnitelma luodaan, toinen suunnittelun tuotantoprosessi: suunnitelman dokumentointi, kommunikointi tuotannon kanssa ja kolmas päätöksentekoprosessi: mitä rakennetaan tai miten suunnittelua jatketaan. Näiden kolmen vaiheen välillä voi olla useita iteraatioita ja kolmatta vaihetta voidaan käyttää yhdistävänä tekijänä muiden vaiheiden välillä. Tämä jaottelu on tehty projekteihin, joissa suunnittelulle on annettu tietty valmistumispäivämäärä, eli tuotannolle on tehty suunnitelma ennen suunnittelun aloitusta. (Bølviken *et al.* 2010)

Tuotemoduloinnissa tuote jaotellaan hierarkkisesti koottaviin osiin. Tuotteiden suunnittelussa tuotteen arkkitehtuuri on tärkeässä osassa. Tuotteen arkkitehtuuri on tuotteen toiminnallisten elementtien järjestely, näiden toiminnallisten elementtien kartoitus fyysisiksi komponenteiksi ja niiden välisten rajapintojen määrittely, joka määrittelee, kuinka tuotetta voidaan muuttaa. (Ulrich 1995) Tuotemoduloinnin periaatteita on pyritty soveltamaan myös rakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa. Suunnittelussa moduloinnin tueksi voidaan käyttää esimerkiksi visuaalista johtamista. (da Rocha *et al.* 2018) Kiinassa BIM-tietomallintamiseen (Building Information System) pohjautuvaa modulaarista suunnittelua on käytetty korkeiden asuinkerrostalojen suunnittelussa. Suunnittelu jaotellaan tietomallinnusta käyttäen tasoihin: asunnot, huoneet ja rakennuskomponentit. Suunnitteluprosessi alkaa arkkitehdin suunnittelussa asuntojen määrän ja pohjapiirroksien, jonka jälkeen rakennesuunnittelija tekee rakennesuunnitelman käyttäen rakennemuodulikirjastoa, jonka jälkeen rakennesuunnitelma tarkistetaan ja talotekniikkasuunnittelu alkaa. (Zhang *et al.* 2016)



Avoim rakentaminen pyrkii jaottelemaan rakennusprosessin ja rakennetun ympäristön ohjaamisen päätöksenteon suuntaan, mikä luo valmiuksia tuleviin muutoksiin (Cuperus & Napolitano 2005). Avoimessa rakentamisessa rakennus jaetaan rakenteiltaan ja rakennusosiltaan tukiosaan/kiinteään perusosaan ja sisävarustukseen/muuntuvaan osaan. Tukiosaan kuuluvat muun muassa perustukset, kantava runko, katto ja talotekniset pääreitit, kun muuntuva osa sisältää rakennuksen muunneltavat osat, kuten väliseinät, kalusteet ja varusteet. (Hakaste 2014) Avoimen rakentamisen kautta voidaan suuret rakennushankkeet jakaa sen mukaan, kuinka kauan niitä voidaan käyttää, luoden perusosia ja muuntuvia osia, jolloin muuntuvia osia voidaan muokata tulevaisuudessa uusien tarpeiden mukaisesti. Avoimen rakentamisen ratkaisuja on käytetty muun muassa toimistojen ja ostoskeskusten rakentamisessa. (Kendall 2005) Avoim ja lean-rakentaminen täydentävät toisiaan, avoimen rakentamisen jaottelut voidaan esimerkiksi nähdä rakentamisen eräkokoina. (Cuperus & Napolitano 2005)

Esimerkiksi sairaalarakentamisessa avointa rakentamista voidaan soveltaa siitä näkökulmasta, että tunnetaan nykyiset vaatimukset, mutta tulevaisuuden käyttötarkoitus ja teknologiset kehitykset voivat muuttaa vaatimuksia ajan saatossa. Sveitsiläinen sairaala INO Hospital jakoi rakennuksen suunnittelun ja rakentamisen kiinteään perusosaan, joka pysyy käyttökelpoisena noin sata vuotta, sekä kahteen muuntuvaan tilaosaan, joista toisen elinkaari on yli 20 vuotta ja toisen noin 5–10 vuotta. (Kendall 2005)

Kruusin (2008) väitöskirjassa kehitetyssä SUKE-mallissa avoimen rakentamisen kautta rakennus jaetaan kiinteään perusosaan ja muuntuvaan tilaosaan. Malli painottaa avointa rakentamista, varsinkin talotekniikan suunnitelmien jakamista kiinteään ja muuntuvaan osaan toteutussuunnittelussa. Mallissa suunnitteluajataulu tehdään kohdekohtaisesti laadituin suunnittelupaketeittain. (Kruus 2008, s. 51–62) Uusitalo *et al.* (2019a) ehdottavat avoimen rakentamisen menetelmiä, suunnittelun jakamista käsittelemään koko rakennusta ja yksinäisesti suunniteltavia osajärjestelmiä, mahdolliseksi sijaintipohjaisen suunnittelun aikataulutuksen vaihtoehdoksi.

### 2.1.3 Rakennushankkeen suunnitteluprosessin haasteet

Suuri osa rakennusvaiheen hukasta voidaan jäljittää alkuvaiheen suunnitteluun (Thyssen *et al.* 2008). Suunnittelun alussa arkkitehti enimmäkseen työskentelee asiakkaan kanssa, kiinnittäen suunnittelun huomion kohteen tarkoitukseen, ulkonäköön ja estetiikkaan. Nämä arkkitehdin tekemät ratkaisut jäävät kiinteiksi, ottamatta kunnolla huomioon sitä, miten ne päätökset vaikuttavat rakennuksen toimivuuteen tai muihin teknisiin puoliin, ja ongelmanratkaisua vieritetään alaspäin uskoen teknisten ratkaisujen löytymiseen. (Pikas *et al.* 2015).

Suunnittelun iteratiivinen ja monitieteinen luonne vaikeuttaa suunnittelun johtamista (Abu-Ibrahim & Hamzef 2017). Jørgensenin ja Emmitin (2009) mukaan suunnittelun iteraatioprosessit tuottavat lean-ajattelun vastaisesti paljon hukkaa. Suunnitteluprosessissa iteraatiot ovat kuitenkin tärkeitä arvon tuottamiseksi (Ballard 2000a).

Uusitalon *et al.* (2018) tutkimuksen mukaan suunnittelun johtamisen ongelmien lähteitä ovat muun muassa huono informaation kulku, ongelmat kommunikoinnissa, päätöksien myöhäisyys tai puuttuminen sekä avoimuuden ja läpinäkyvyyden puute. Rakennushankkeen suunnitteluprosessissa on epäjatkuvuutta informaation kulussa johtuen informaation puutteesta, iteratiivisesta työkulusta ja erikoistuneista työtehtävistä (Lidelöw 2017). Suunnitteluprosessin onnistuminen on riippuvainen saatavilla olevan informaation laadusta (Choo *et al.* 2004). Tarvittavien lähtötietojen saaminen ajallaan on tärkeä edellytys suunnitteluprosessin etenemiselle, jota ei saavuteta, koska suunnittelussa ei ymmärretä toisten prosesseja ja vaatimuksia. Tällöin ei tunnisteta suunnitteluprosessin jatkumisen kannalta kriittistä tietoa, ja myös vastausten saamisessa esimerkiksi sähköpostitse kestää. (Tauriainen *et al.* 2016) Erikoistuneiden työtehtävien ja työn jakamisen myötä materiaali- ja tietorajoja on eri yksilöiden tai ryhmien välillä, joilla on esimerkiksi omat käsitteet ja toimintajärjestelmät (Pikas *et al.* 2016).

Tarpeeton muuttaminen on tärkeimpiä hukan tyyppejä rakennussuunnittelussa, jota syntyy, kun suunnittelutehtävien optimaalista järjestystä ei ole selkeytetty tarpeeksi, ja vaikka järjestys olisikin selkeä, erilaiset tekijät muuttavat suunnitteluprosessia pois siitä

(Koskela *et al.* 2002a). Tarve muutoksille voi syntyä hankkeen edetessä, suunnittelun ollessa jo pitkällä tai hankkeen ollessa jo toteutusvaiheessa, kun tietoisuus käyttäjästä ja ymmärrys eri osapuolten välillä kasvaa (Seppänen & Uusitalo 2019). Suunnittelunohjauksessa keskitytään muutostointoihin, minkä takia työtehtävät johdetaan ja niiden aika ja resurssit optimoidaan erillään muista, jolloin virtautus ja arvon tuottaminen jää suunnittelijoiden epäviralliseen mietitintään. Muutostointoihin keskittyminen on johtanut suunnittelussa tehottomuuteen, kuten huonoon vaihtelun käsitteellistämiseen, tilaajan tarpeiden ja vaatimusten huonoon määrittelyyn sekä prosessien ja ihmisten huonoon integrointiin. (Pikas *et al.* 2015)

Heikko suunnittelutyön suunnitteleminen ja yksinkertainen aikatauluttaminen vaikeuttavat suunnitteluprosessin ohjausta ja sen kehityksen systemaattista hallintaa (Pikas *et al.* 2015). Suunnittelu suoritetaan monesti ulkoisilla resursseilla, jolloin tuntemus tilaajan tavoitteisiin liittyviin menestystekijöihin on rajoitettua. Ilman yhteisiä tavoitteita suunnittelun epäonnistumisen riski kasvaa. Lisäksi haasteena on projektin liiketoiminnallisen puolen ymmärryksen heikkous suunnittelun osapuolilla. Asiakkaalle arvon tuottamiseen hyvä lähtökohta on syy-seuraus-yhteyden ymmärtäminen asiakkaan liiketoiminnallisten tavoitteiden ja suunnittelun välillä. (Hjelmbrekke *et al.* 2017)

#### **2.1.4 Yhteistoiminnallinen suunnitteluprosessi**

Rakennushankkeiden suunnittelussa ja rakentamisessa useat organisaatiot työskentelevät yhdessä tuottaakseen asiakkaalle ratkaisuja sekä tavoittaakseen projektin tavoitteet (Liu *et al.* 2017). Suunnitteluprosessiin sisältyy useiden eri alojen ammattilaisia, siinä tarvitaan yhteistyötä eri ammattilaisten välillä sekä yhteistoiminnallisuutta prosessin luonteen takia. Menestykselliseen yhteistoiminnallisuuteen kannustavan ympäristön luomiseen tarvitaan panostusta. (Kvan 2000) Menestyksellinen yhteistoiminnallisuus edellyttää kolmen toisiaan täydentävän ja synergisen pääkomponentin: teknologian, ihmisten ja prosessien menestyksellistä toteutusta ja niihin omistautumista (Liu *et al.* 2017).

Ballard *et al.* (2002) vertaa suunnittelua hyvään keskusteluun, josta osallistujat lähtevät erilaisella ja paremmalla ymmärryksellä kuin ennen keskustelua. Suunnittelunohjauksen kriittisinä taitoina voidaan nähdä kuinka tätä keskustelua (iteraatiota) voidaan edistää,

kuinka voidaan erottaa positiivinen (arvoa tuottava) ja negatiivinen iteraatio (hukka) toisistaan ja kuinka minimoida negatiivista iteraatiota. (Ballard *et al.* 2002) Yhteistoiminnallisuudella voidaan käyttäjä ottaa mukaan suunnitteluun osallistavassa suunnittelunohjauksessa, jolla voidaan luoda arvoa asiakkaalle ja loppukäyttäjälle (Kpamma *et al.* 2014). Yhdysvaltalainen urakoitsija Boldt Company hankkii aliurakoitsijan normaalia aiemmin, jo suunnitteluvaiheessa, mikä mahdollistaa aliurakoitsijan osallistumisen suunnitteluvaiheeseen (Gardarsson *et al.* 2019).



Kuva 5. Yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin pääelementit (mukaillen Fundli & Drevland 2014)

Norjalainen urakoitsija Veidekke on kehittänyt yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin (Collaborative Design Management, CDM) mallin, tavoitteenaan kehittää suunnitteluprosessia tehokkaammaksi suunnittelemalla yhdessä ja parantaa suunnittelun virtausta (Fundli & Drevland 2014). Yhteistoiminnallisessa suunnitteluprosessissa sovelletaan LPS-menetelmää (Last Planner System) ja lean-rakentamisen periaatteita suunnitteluun, keskittyen pääosin suunnittelutuotantoon ja

päätöksentekoprosessiin (Bølviken *et al.* 2010). Malli tuo mukaan myös muita elementtejä, kuten integroidun rinnakkaissuunnittelun (Integrated Concurrent Engineering, ICE) ja BIM-rakennustietomallinnuksen (Fundli & Drevland 2014). Malli on luotu suunnittele-rakenna-projekteilte, ja tuo suurien projektien aikataulusuunnitteluun mukaan henkilöstösuunnittelun, jossa suunnittelutehtäviä jaetaan yksilöille (Bølviken *et al.* 2010). Mallin pääelementit ovat kuvattu kuvassa 5 (Fundli & Drevland 2014).

## 2.2 Lean-filosofia

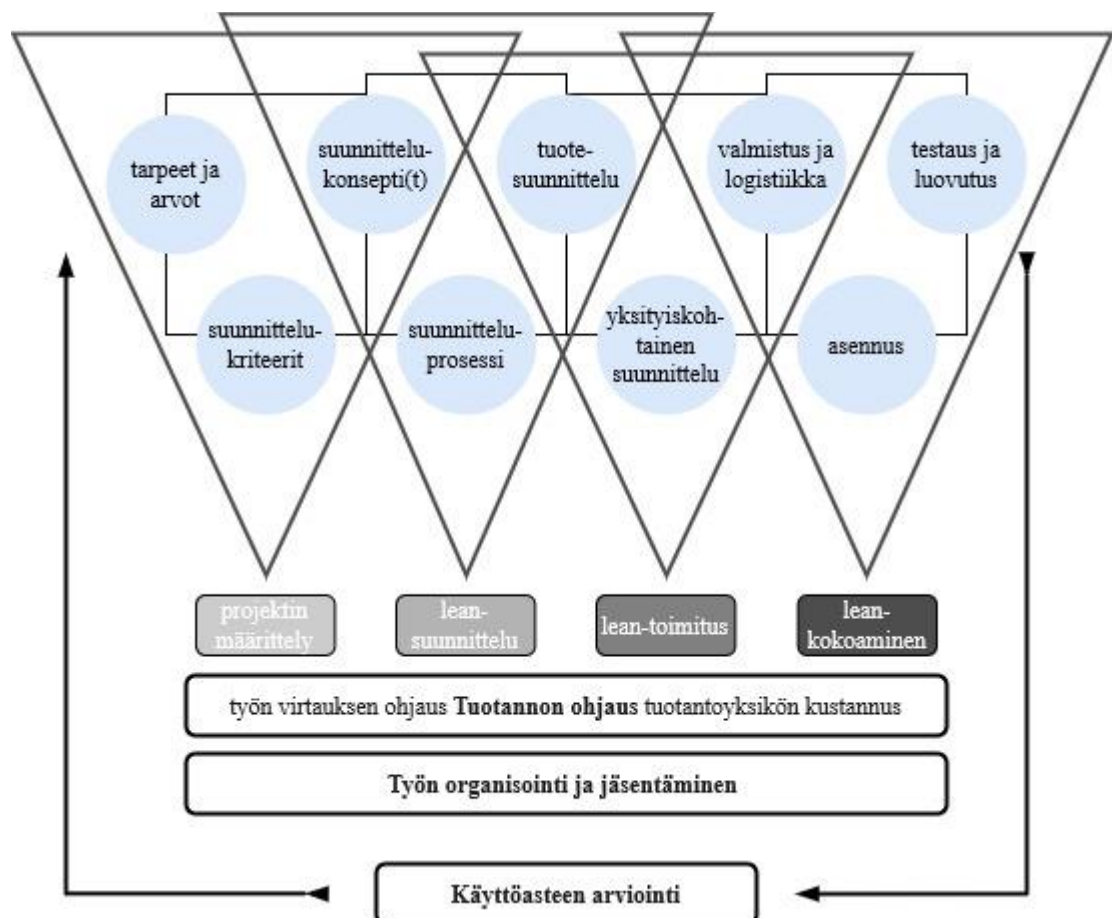
Lean-tuotantojärjestelmän periaatteet ovat peräisin Toyotan tuotantoinsinööri Taiichi Ohnon kehittämästä tuotantojärjestelmästä toisen maailmansodan jälkeen (Womack *et al.* 1990). Lean-tuotannossa pyritään jatkuvasti vähentämään kustannuksia, virheettömyyteen, varastojen olemattomuuteen ja lukemattomiin tuotevariaatioihin (Womack *et al.* 1990). Shah ja Ward (2007) ehdottavat lean-tuotannon määritelmäksi seuraavaa: *”Lean-tuotanto on integroitu sosio-tekniinen järjestelmä, jonka päätavoitteena on hukan vähentäminen jatkuvasti vähentämällä tai minimoimalla toimittajien, asiakkaiden tai sisäistä vaihtelua.”* Taiichi Ohno on jakanut hukan seitsemään luokkaan, jotka ovat: ylituotanto, kuljetus, odotus, varastointi, liike, yliprosessointi ja laatuongelmat (Modi & Thakkar 2014).

Lean on kehitetty tuotannossa, mutta sen periaatteita ja työkaluja voidaan soveltaa kaikkialla organisaatiossa, myös julkisella puolella ja palvelusektorilla (Oakland 2014, s. 305–306). Lean-ajattelussa keskitytään arvon tuottamiseen asiakkaalle (Hines *et al.* 2004). Lean-strategian ja lean-filosofian perusajatuksena on vähentää hukkaa ja vaihtelua (Bølviken *et al.* 2010). On tärkeää erottaa lean-ajattelu strategiseen ja operatiiviseen osaan, jotta yritys ymmärtää leanin kokonaisuutena, ottaa käyttöön oikeat työkalut ja strategiat asiakkaan arvon tuottamiseen (Hines *et al.* 2004).

### 2.2.1 Lean rakennusalalla

Yksi tapa parantaa rakennusalan tuottavuutta on lean-rakentaminen, joka käyttää samoja periaatteita lean-tuotannon kanssa hukan eliminointiin sekä tuottavuuden ja tuotteliaisuuden kasvattamiseen (Aziz & Hafez 2013). Sen tärkeimmistä periaatteista on

pyrkimys jatkuvaan työn virtaukseen tuotannossa ja vähentää vaihtelua (Yassine *et al.* 2014). Lean-rakentaminen on noussut 1990-luvun puolivälistä alkaen, jolloin myös perustettiin International Group for Lean Construction -järjestö vuonna 1993 (Koskela *et al.* 2002b). Lean-rakentamisen pääpiirteitä ovat toimitusjärjestelmän tarkat tavoitteet, suorituskyvyn maksimointi asiakkaalle, integroitu rinnakkaissuunnittelu, rakentaminen ja kokonaisvaltainen projektinohjaus suunnittelusta rakentamiseen. Lean-työkalujen käyttöönotto rakennusprojekteissa on helpottanut projektinohjausta, tehnyt projekteista turvallisempia, projektit ovat valmistuneet nopeammin ja pienemmillä kustannuksilla sekä paremmalla laadulla. (Aziz & Hafez 2013) Lean-rakentaminen haastaa sen ajatuksen, että rakentamisessa on tingittävä joko ajasta, tavoitekustannuksista tai laadusta (Kendall 2005). Ennen lean-rakentamista rakennusalan käytänteet perustuivat puutteellisiin projektinhallinnan malleihin, joissa projektinjohto pyrkii aikatauluttamaan keskitetysti ja kontrolloimaan mittareita, epäonnistuen tehtävien johtamisessa sekä työn virtauksen ja arvon tuoton kehittämisessä (Koskela *et al.* 2002b).

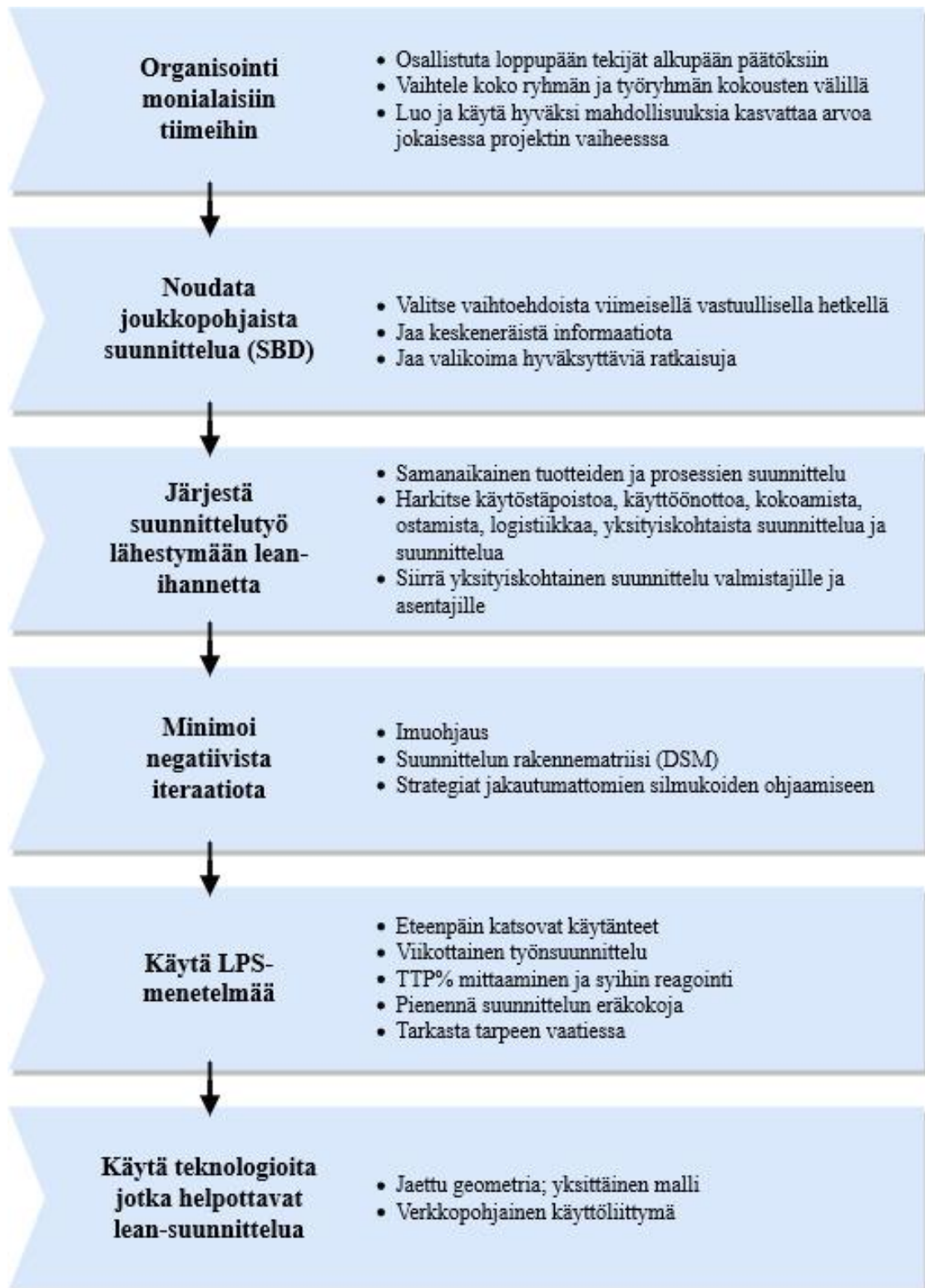


Kuva 6. Lean-projektitoimitusjärjestelmä (mukaillen Koskela *et al.* 2002b).

Lean-projektintoimitusjärjestelmä (LPDS) eroaa perinteisestä projektintoimitusjärjestelmästä muun muassa siten, että siinä otetaan huomioon eri vaiheiden ja osallistujien väliset suhteet (Koskela *et al.* 2002b). Lean-projektintoimitusjärjestelmän alkuvaiheessa projektitiimeillä on vastuu auttaa asiakasta päättämään mitä asiakas haluaa, eikä vain tehdä mitä asiakas sanoo (Ballard 2008). Kuvassa 6 näkyy eri vaiheiden, projektin määrittelyn, lean-suunnittelun, lean-toimituksen ja lean-kokoamisen, tehtävien limittäisyys vaiheiden kolmioiden päällekkäisyydessä. Vaiheita johdetaan jatkuvalla tuotannon ohjauksella ja työn strukturoinnilla. Toimittajan ja asiakkaan välistä systemaattista palautesilmukkaa kuvaa käyttöasteen arviointi. Projektitoimitusjärjestelmän viidenneksi vaiheeksi kuvaan voidaan ottaa lisäksi käyttövaihe, johon edeltävät vaiheet valmistelevat. (Koskela *et al.* 2002b)

Lean-rakentamisella on ollut paljon enemmän vaikutusta tuotantoon kuin suunnitteluun (Bølviken *et al.* 2010). Lean-suunnittelu erottuu perinteisestä suunnittelusta siinä, että siinä systemaattisesti lykätään päätöksentekoa, mikä antaa enemmän aikaa kehittämiselle ja vaihtoehtojen tutkailuun. Muita eroja perinteisen ja lean-suunnittelun välillä ovat myös lean-suunnittelun tuotteiden ja prosessien yhtäaikainen suunnittelu ja elinkaariajattelu suunnittelussa. (Ballard & Howell 2003)

Lean-suunnittelunohjaus parantaa arvon tuottamista ja vähentää hukkaa (Ballard *et al.* 2002). Lean-suunnittelun rakennetta on esitetty kuvassa 7. Lean-ammattilaiset ovat käyttäneet lean-suunnittelunohjausta rakennusalan suunnitteluprosessin johtamiseen, käyttäen onnistuneesti lean-työkaluja ja -menetelmiä, kuten LPS-menetelmää, tilaajan tavoitteisiin suunnittelua (Target Value Design, TVD), joukkopohjaista suunnittelua (Set Based Design, SBD) ja suunnittelurakennematriisia (Design Structure Matrix, DSM) (Uusitalo *et al.* 2017). Mota *et al.* (2019) case-tutkimuksessa esiteltiin lean-suunnittelunohjaamisen implementointia suuressa brittiläisessä rautatiehankkeessa. Hankkeessa implementoitiin suunnitteluvaiheeseen lean-työkaluja ja -metodeja, kuten yhteistoiminnallista suunnittelua, LPS-menetelmää, DSM-matriisin sovellutusta ja kontrollihuonetta. Lean-suunnittelunohjauksen hyötyjä hankkeessa olivat parantunut henkilöstön sitoutuminen, tehokas kommunikointi ja yhteistyön kehittyminen. (Mota *et al.* 2019)



Kuva 7. Lean-suunnittelu (mukaillen Ballard & Zabelle 2000b; Ballard et al. 2002).

Ennen lean-suunnittelun aloittamista tulee määritellä projektin tarkoitus sekä kriteerit tarkoituksen kautta tuotteen ja prosessin suunnitteluun ja näiden kautta luoda suunnittelukonseptit. Projektin määrittelyn kolmea vaihetta voidaan käydä iteroiden läpi



yhdessä eri osapuolten kanssa asiakkaan kokeman arvon parantamiseksi. (Ballard & Zabelle 2000a) Tärkeä osa lean-suunnittelua iteraatioiden kannalta on edistää positiivista iterointia ja vähentää negatiivista iterointia, jotta ei synny hukkaa. Suunnittelun iteraatioprosessissa on tärkeää mahdollistaa positiivinen suunnitteluiteraatio ja ettei ratkaisevia parametreja lyödä lukkoon liian aikaisin suunnitteluvaiheessa. (Jørgensen & Emmitt 2009)

### 2.2.2 Virtaus

Tuotannossa virtausta käsitellään tuotteen tai prosessien sujuvana liikkumisena työstä toiseen. Rakennusalaalla tuote ei virtaa tilassa, vaan työn virtauksena voidaan käsitellä työpakettien, eli työntekijöiden, tuotteen, työtavan, suunnittelutiedon ja tarvikkeiden yhteisen paketin, virtauksena. Rakennusalan työn virtauksen voi ymmärtää toimivan kolmella tasolla: portfolio-, prosessi- ja operaatiotasolla. (Sacks 2016) Virtauksen näkökulmasta hukkaa voidaan vähentää samalla parantaen suorituskykyä vähentämällä tulevien virtausten epävarmuutta (Nielsen & Thomassen 2004) Kun työn virtaus on paremmin ennustettavissa, tuottavuus paranee (Liu *et al.* 2011).

Suunnittelutehtävien huono ohjaaminen aiheuttaa vaihtelua työn virtaukseen ja on yksi rakennushankkeiden myöhästymisen syistä (Khan & Tzortzopoulos 2015). Saari *et al.* (2018) käsittelevät virtauttamista rakennushankkeissa osana Rakentamisen Integraatiomekanismit -hankkeen tutkimusraporttia. Suunnittelun virtauttamisen kautta tavoitellaan suunnittelun tuottavuuden kehittämistä huomioiden kokonaisvaltaisesti hankkeen virtaaminen, kuten tuotannon asettamat tahtituotannon etapit suunnittelun virtaamiseen tuotannon tarpeiden mukaisesti. Suunnittelun virtauttamisessa suuri rooli on yhteistoiminnalla, jotta suunnittelutyön hukkaa saadaan minimoitua esimerkiksi kommunikaation tehostamisella, suunnittelutyön yhteensovittamisella, tiedonjaolla ja lähtötietojen hankinnalla. Näitä tavoitteita voidaan saavuttaa esimerkiksi Big Room -kokouksilla ja muilla yhteistoiminnallisuuden työkaluilla. (Saari *et al.* 2018) Tahtituotanto parantaa työntekijöiden tehokkuutta tekemällä työn virtauksesta läpinäkyvämpää ja yksinkertaisempaa sekä ohjaamalla parempaan operaatiosuunnitteluun (Linnik *et al.* 2013).

### 2.2.3 Tahtituotanto

Tahtiaika on yksi tärkeimmistä lean-tuotannon työkaluista (Ali & Deif 2014). Oppenheim (2004) määrittelee tahtiajan lean-tuotannossa ajaksi tai nopeudeksi, jolla valmiit tuotteet lähtevät pois tuotantolinjalta toimitettavaksi. Lean-tuotannossa tahtiaika on yhden osan tuotantoon saatavilla oleva aika, jota käytetään tuotannon tahdittamisessa. Tahtiaika lasketaan jakamalla käytettävissä oleva aika asiakastarpeen keskiarvolla tietyn ajan aikana. Tahtiaikaa käytetään parametrina tuotannon prosessien järjestämisessä. (Linck & Cochran 1999) Tahtiaikasuunnittelu käyttää tuotantotiedettä, joka perustuu työn optimaalisen virtauksen luomiseen, jatkuvan virtauksen luomiseen ja puskurien hallintaan (Frandsen *et al.* 2014). Puskureita, eli hukkaa odottamisesta, syntyy tahtituotannossa esimerkiksi vapaapäivistä, vapaasta, ei-suunnitellusta tahdistai kuivumisen odottamisesta. Tunnistamalla, missä tahtisuunnitelmassa on turhia puskureita, voidaan suunnitelmaan tarvittaessa lisätä puskureiden tilalle rästiin jääneitä tehtäviä. (Dlouhy *et al.* 2019)

Lean-rakentamisessa tahtituotannon avulla voidaan mahdollistaa jatkuva työn virtaus vähentäen hukkaa (Yassine *et al.* 2014). Rakennushankkeiden tahtituotantoa voidaan jakaa karkeasti kolmeen tasoon. Ensimmäisellä tasolla hankkeelle suunnitellaan projektirakenne imuohjatusti, toisella tasolla jaetaan tahtialueet sekä määritellään tahtivaunut, kolmas taso on rakentamisen aikaiset muutokset ja tarkennukset. (Saari *et al.* 2018) Tahtiaikasuunnittelussa työtehtävät jaetaan tahtiin pienentämällä työn eräkokoa ja jakamalla työtehtävät alueittain. Tahtialuetta pienentämällä voidaan yksittäisiä työvaiheita tehdä loppuun nopeammin, ja rinnastamalla työtehtäviä voidaan lyhentää sekä tahtiaikoja että kokonaisaikaa. Tahtisuunnittelussa työn tasapainotetun jakamisen kautta voidaan luoda jatkuva työn virtaus, ja työntekijät saavat tehdä työnsä esteittä. Tahtiaikasuunnittelussa huomioidaan myös tahtialueiden väliset erot, jolloin tahtialue, johon tarvitaan eniten työtä, tulisi aloittaa ensimmäisenä. (Dlouhy *et al.* 2019)

Rakentamisessa tahtituotanto perustuu alueiden määrittämiseen niin, että jokainen ammattilainen voi saada työnsä tehtyä luotettavasti jokaisella alueella heille suunnitellun työjärjestyksen mukaisessa ajassa (tahti), joka on sama kaikille ammattilaisille, jotka työskentelevät määritellyllä alueella (Tommelein 2017). BIM-tietomallinnuksella voidaan tehdä tahtisuunnitelmia tarkemmilla tahtiajan määrittäyksillä

ja aluejaoilla (Linnik *et al.* 2013). Tahtisuunnittelun ja tahdin ohjauksen kautta rakennusosalalla voidaan tunnistaa toistuvia prosesseja ja lisätä rakennusprosessiin stabiilisuutta (Dlouhy *et al.* 2016). Tahtiaikasuunnittelu laajentaa LPS-menetelmää lisäämällä siihen jatkuvaa virtausta ja standardoituvampaa työtä (Frandsen *et al.* 2014).

Lehtovaara *et al.* (2019a) ehdottaa tahtiaikasuunnittelun ja tahdin ohjauksen vaikeuksien vähentämiseksi yhteistoiminnallista ongelmanratkaisua ja korkealaatuista tahtikoulutusta. Tahdin ohjaus voisi keskittyä enemmän tuotannon virtaukseen kuin kohdattujen ongelmien reaktiiviseen ratkaisuun. (Lehtovaara *et al.* 2019a) Projektit tulisi asettaa tahtiin alusta alkaen (Linnik *et al.* 2013). Uusitalo *et al.* (2019a) ehdottaa suunnittelunohjauksen kokonaisprosessia, jossa suunnittelunohjausta linkitetään tuotannon tahtiin. Esitetyssä prosessissa määritellään suunnittelun vaatimat tiedot hankintaa, esivalmistusta ja asennusta varten. Määritellyt tietovaatimukset toimivat suunnittelun välitavoitteina LPS-menetelmällä tehtävässä suunnitteluajataulussa. Ehdotetussa prosessissa tuotantoon ja esivalmistukseen liittyvä suunnittelu voi edetä tuotannon määrittämässä tahdissa, mutta hankintasuunnittelu ja aiemmat suunnitteluvaiheet eivät näin tarkasti noudata tahtia. (Uusitalo *et al.* 2019a)

Yhteistoiminnallisen tahtituotannon ajatuksena on, että kaikki osapuolet ovat mukana tahtituotannon valmistelussa ja toteutuksessa. Jotta tahtituotannosta saataisiin paras mahdollinen hyöty, tulisi rakennusprojektia tarkastella kokonaisvaltaisesti aivan projektin alusta lähtien sen valmisteluvaiheeseen asti, johon tarvitaan yhteistoiminnallisuutta. Tämä toteutustapa ei rajoitu pelkästään tuotantovaiheeseen, vaan kaikkien projektin osallisen tulisi ymmärtää tahtituotannon hyödyt. Esimerkiksi suunnittelijoilta toivotaan ratkaisuja, jotka eivät ole pelkästään kustannustehokkaimpia vaan myös virtaustehokkaimpia ja tuotannon kannalta optimaalisimpia ratkaisuja. (Lehtovaara *et al.* 2019b)

#### **2.2.4 Eräkoon pienentäminen**

Rakennustiedon Talonrakennushankkeen kulku – Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu -ohjekortissa (RT 10-11224 2016) kerrotaan rakennushankkeiden osittelusta, joka tarkoittaa projektin jakamista pienempiin kokonaisuuksiin projektinhallinnan

parantamiseksi. Rakennushankkeisiin soveltuva osittelumenetelmä riippuu hankkeen laajuudesta ja muista ominaispiirteistä.

Eräkokoa pienentämällä voidaan vähentää negatiivista iteraatiota (Ballard 2000a), parantaa työn ja työmaan fyysistä virtausta sekä lyhentää rakennusprojektin kokonaiskestoa (Valente *et al.* 2013). Pienempien erien ansiosta voidaan suorittaa peräkkäisiä työtehtäviä nopeammin (Dlouhy *et al.* 2019). Shim (2011) suosittelee samankokoisten erien käyttöä, sillä pienempi eräkoko yhdessä aktiviteetissa ei tutkimuksen mukaan lyhennä kokonaiskestoa, elleivät muillakin aktiviteeteilla ole samaa eräkokoa. Eräkokojen pienentäminen lisää tahtien määrää, mikä kasvattaa ohjauksen tarvetta ja liikkumista työmaalla, eli eräkokojen pienentämisessä tulee ottaa huomioon tahtien ohjattavuus (Dlouhy *et al.* 2019).

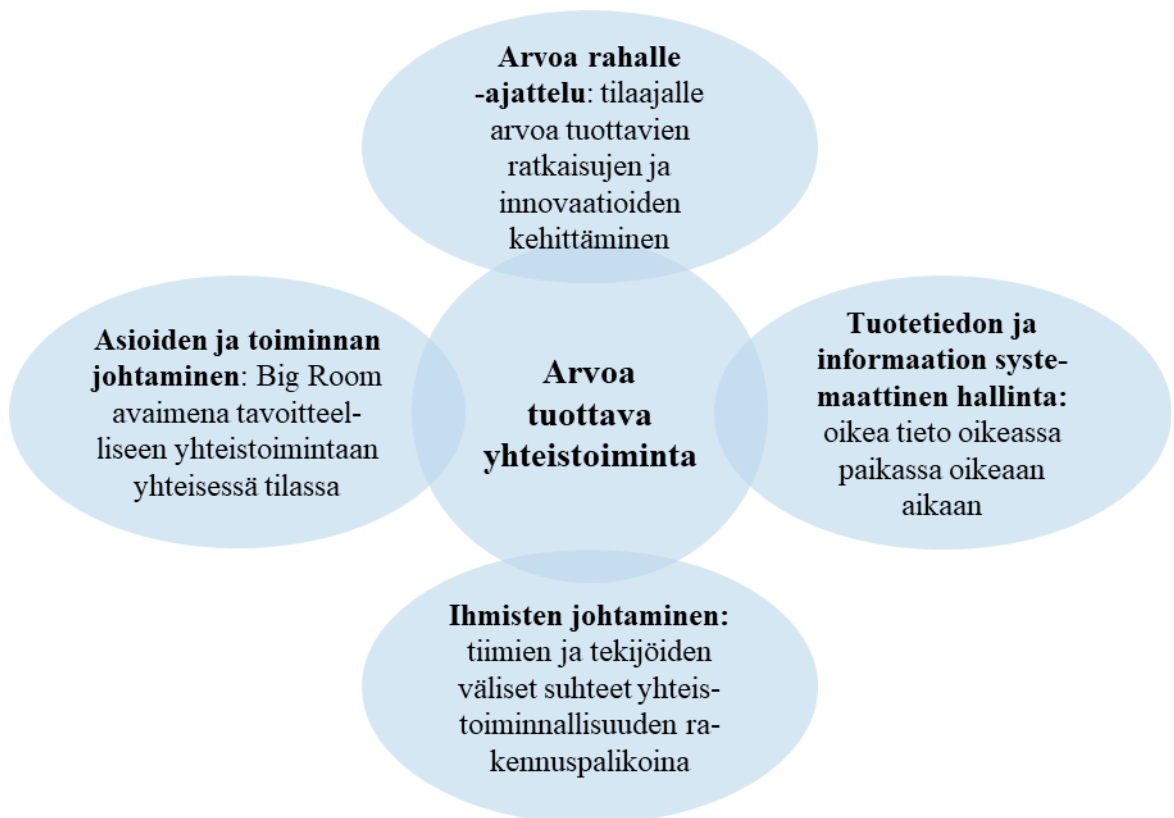
Suunnittelemalla pienissä erissä helpottaa suunnittelunohjausta, parantaa suunnittelun virtausta ja lyhentää oppimissyklejä (Macomber *et al.* 2012). Tribelsky ja Sacks (2011) huomasivat tutkimuksessaan, että suunnitteluohjaajat voivat kehittää prosesseja kiinnittämällä huomioita projektien informaation kulkuun, kehottamalla pieniin eräkokoihin, pitämällä meneillään olevien töiden määrää pienenä ja suunnittelukatselmuksien välejä lyhyinä sekä tunnistamalla ja purkamalla pullonkauloja.

## 2.3 Lean-menetelmät ja yhteistoiminnallinen työskentely

Leanin perusajatuksen, ei-arvoa tuottavan tekemisen poistaminen arvoa tuottavista prosesseista jatkuvan virtauksen ja imuohjauksen kautta asiakkaan tarpeiden mukaisesti tehden tarvittavat tehtävät oikeana aikana, toteuttamiseen on olemassa monia työkaluja ja menetelmiä. Näitä ovat esimerkiksi JIT (Just In Time, juuri oikeaan aikaan), eli vain oikeat materiaalit juuri oikeaan aikaan, Kanban (vain tarvittavien materiaalien saaminen), Kaizen (jatkuva parantaminen), Poka-Yoke (virheiden välttäminen), 5S (siisti ja järjestelmällinen työympäristö) ja arvovirtakuvaus (Value Stream Mapping, VSM). (Oakland 2014, s. 309–319) Lean-suunnittelun menetelmät, kuten TVD, SBD, A3-raportti, hyötyihin perustuva valintamenettely (Choosing by Advantages, CBA) ja LPS-menetelmä (Last Planner System) voivat vähentää suunnitteluprosessin hukkaa

vähentämällä negatiivista iteraatiota ja auttaen suunnittelijoita määrittelemään ja toimittamaan arvoa asiakkaalle (Arroyo & Long 2018).

Suunnittelun ongelmien ratkaisemisessa ja projektien yhteistyön kehittämisessä keskinäisellä luottamuksella on suuri rooli. Luottamus parantaa projektin avoimuutta toimijoiden kesken, mikä muun muassa kehittää informaation kulkua. Suunnittelussa varsinkin sosiaaliset lean-menetelmät, kuten Big Room, LPS ja ICE, kehittävät luottamusta. (Uusitalo *et al.* 2019b) Lean-rakentamisen konseptit, tavat ja työkalut ovat auttaneet tiimejä kehittämään yhteistoiminnallista suunnittelua ja rakentamisen käytänteitä (Pikas *et al.* 2016). Tauriaisen *et al.* (2016) tutkimuksen mukaan Big Room ja solmutyöskentely alentavat kynnystä suunnittelijoiden yhteistyöhön ja mahdollistavat koko suunnitteluprosessin tekemisen täysin yhteistyössä.



Kuva 8. Arvoa tuottavan yhteistoiminnallisuuden jaottelu neljään pääluokkaan (mukaillen Haapasalo 2018).

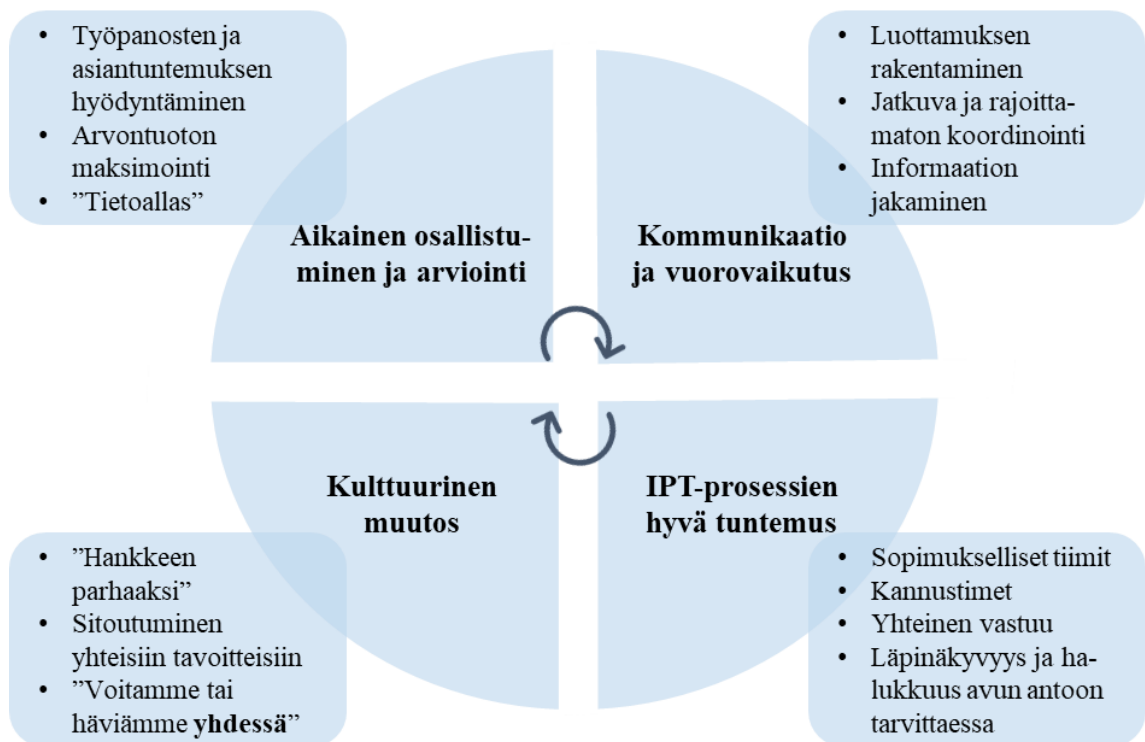
Yhteistoiminnallisuus on prosessi luomisesta, jakamisesta ja tiedon integroimisesta, joka vaatii materiaalin ja tiedon rajojen johtamista niin, että voidaan kehittää yhteisiä päämääriä, prosesseja ja tuotetta. Materiaalirajojen ylittäminen vaatii rajojen yhdistäviä

tekijöitä sekä standardoituja työskentelytapoja, kun taas tietorajojen ylittäminen tiimien tai yksilöiden välillä vaatii kollektiivista oppimista eri perspektiivien sekä sanaston ja tarkoitusten käsitteellistämisen yhdistämisellä, väittelyllä ja neuvotteluilla. (Pikas *et al.* 2016) Yhteistoiminnallisuuden osa-alueet voidaan jakaa neljään pääluokkaan: arvoa rahalle -ajattelu, ihmisten johtaminen, asioiden johtaminen ja tuotetiedon ja informaation hallinta (kuva 8). Yhteistoiminnallisuuden prosessille tulee määritellä vastuuhenkilö. Prosessissa työkalut ja menettelyt mahdollistavat yhteistoiminnallisuuden, jonka kautta saavutetaan motivaatio ja kyvykkyys toimia yhteisten tavoitteiden eteen ja mahdollistetaan projektin tavoitteiden saavuttaminen. (Haapasalo 2018)

Projektin integraatiota voidaan kehittää Mitropouloksen ja Tatum (2000) jaottelun mukaisesti kolmella eri hallintamenetelmällä: sopimuksellisilla, organisatorisilla ja teknologisilla. Nämä hallintamenetelmien perustat luovat yhdessä suhdeperusteisen orientaation, integroivien toimintatapojen, jatkuvan parantamisen ja yhdessä kehittämisen kulttuurin kanssa lähtökohdat yhteistoiminnallisuuden syntymiselle (Haapasalo 2018). Yhteistoiminnallisessa suunnittelussa voidaan käyttää ongelmanratkaisun apuna virtuaalista suunnittelua ja rakentamista (VDC), joka integroi tiimiä sekä mahdollistaa järjestelmien, prosessien, organisaation sekä tiedon integroimisen kautta korkealaatuisten rakennusten toimituksen (Rischmoller *et al.* 2018). Tärkeä osa virtuaalista suunnittelua ja rakentamista on rakentamisen tietomallinnus (BIM) (Mandujano *et al.* 2017). Yhteistoiminnallisuuden prosessin ymmärtäminen voisi parantaa BIM-tietomallinnusta, ja aikaisella suunnittelun ja rakentamisen osapuolien mukaan ottamisella BIM-tietomallinnus voi fasilitoida yhteistoiminnallisuutta (Liu *et al.* 2017)

Integroitu projektitoimitus (IPT) on hankkeiden toteutustapa, jonka tarkoituksena ja ajatuksena on ohjata hankkeen osapuolet tekemään päätöksiä hankkeen parhaaksi sen sijaan, että tekisivät niitä omaksi parhaakseen. IPT-hankkeet perustuvat kaikille yhteiseen sopimukseen, jakaen riskit ja voitot osapuolten kesken, vastaten projektin suunnittelusta ja rakentamisesta yhdessä yhteisellä organisaatiolla. (Aapaoja *et al.* 2012) Integroidun projektitiimin muodostamisen neljä oleellista osaa Aapaojan *et al.* (2013) mukaan ovat aikainen osallistuminen ja arviointi, kommunikointi ja vuorovaikutus,

kulttuurinen muutos sekä integroitujen projektitoimitusprosessien hyvä tietämys (kuva 9). Eri projektiosapuolten aikainen osallistuminen ja intensiivinen yhteinen suunnittelu tekevät osapuolista saman tiimin, jolloin ei ole tarvetta tilapäisten ratkaisujen tekemiseen (Lahdenperä 2012). Aikainen integraatio on luultavasti suurin muutos ja tärkein asia rakennusallalla oleviin haasteisiin vastaamisessa, sillä sitä kautta voidaan optimoida koko prosessia sen sijaan, että optimoitaisiin vain osia prosessista. (Aapaoja 2014)



Kuva 9. Integroidun projektitiimin muodostamisen neljä peruskiveä (mukaillen Aapaoja et al. 2013).

Australiasta lähtöisin oleva rakentamisen allianssimalli korostaa integroidun tiimin yhteistyötä projektin toteuttamisessa, projektin riskien jakamista sekä tulosten tai tappioiden jakamista yhteisesti sovittujen tavoitteiden mukaan (Ross 2003). Allianssimallissa tilaaja, suunnittelijat ja urakoitsijat muodostavat yhteistyöryhmän, allianssin, joka vastaa hankkeen suunnittelusta ja toteuttamisesta (Airola & Heikkinen 2013). Lahdenperä (2009) kuvaa allianssiurakkaa rakenteellisten ja yhteistoiminnallisten tyyppipiirteiden kautta. Rakenteellisiin järjestelyihin liittyvät tyyppipiirteet ovat yhteinen sopimus, yhteinen organisaatio ja riskien jakaminen. Yhteinen sopimus on monen toimijan välinen yksi sopimus, sen sijaan, että perinteisellä

tavalla sopimukset laadittaisiin useina kahdenvälisinä sopimuksina. Yhteistoiminnan luonteeseen liittyvät tyypipiirteet ovat luottamus, sitoutuminen ja yhteistyö. (Lahdenperä 2009) Menestyvän allianssin perusta on terve vuorovaikutus erityisesti allianssin johtoryhmän ja projektiryhmän välillä (Airola & Heikkinen 2013).

Allianssi käyttää kannustinjärjestelmää, joka on määritelty allianssin kaupallisiin ehtoihin. Kannustinjärjestelmä sisältää lisäpalkkioita ja palkkionvähennyksiä, joita toteutetaan avaintavoitteiden saavuttamiseen perustuen (RT 103199 2020). Allianssin kaupalliset ehdot (RT 80357 2020) kannustavat allianssin sopimusosapuolia tavoittamaan hankkeelle asetetut tavoitteet, kuten tavoitekustannuksen, johon sisältyy korvattavat kustannukset, palveluntuottajien allianssipalkkiot, tilaajan allianssikustannukset ja riskivaruksen, hankkeen parhaaksi -periaatteella.

Rakennushankkeiden arvon optimoinnissa varsinkin tilaajilla on tärkeä rooli integroidun projektitoimituksen onnistumisessa. Tilaajien tulisi vaatia integroitua tiimiä ja projektitoimitusta, muulloin on riskinä, että näitä tapoja ei käytetä, vaan mennään takaisin ”vanhoihin” tapoihin. (Aapaoja 2014)

### **2.3.1 Päätöksenteon ja ongelmanratkaisun menetelmät**

Useat lean-suunnittelunohjauksen konsepteista keskittyvät sosiaaliseen puoleen, joten luottamuksen luominen projektin tekijöiden välille sosiaalisten kanssakäymisten kautta voi olla tärkeä tekijä onnistuneelle suunnittelunohjaukselle (Uusitalo *et al.* 2019b). Liian ”rationalistiset” ongelmanratkaisumallit eivät sovellu suunnitteluprosessiin, vaan suunnittelussa käydään enemmän hyvää keskustelua kriteerien ja vaihtoehtojen välillä (Ballard 2002). Arroyo ja Long (2018) huomasivat tutkimuksessaan tarpeen päätöksenteon metodien lisäkoulutukselle mahdollisimman aikaisin projekteissa.

Joukkopohjaisen suunnittelun, SBD:n perusideana on saada suunnittelun alusta alkaen kaikki olennaiset kriteerit suunnitteluvaihtoehtojen tekoon, arviointiin ja niistä valitsemiseen sen sijaan, että kriteerejä tulee lisää uusien osallistujien myötä (Ballard 2008). SBD-strategia mahdollistaa toisistaan riippuvien suunnittelijoiden töiden jatkumisen sillä hetkellä harkinnan alla olevien vaihtoehtojen ryhmän rajojen sisällä, sen sijaan, että yksi vaihtoehto lukittaisiin mahdollisimman aikaisessa



suunnitteluvaiheessa (Koskela *et al.* 2002b). SBD-strategia voi vähentää suunnittelun negatiivista iteraatiota (Ballard 2000a).



Kuva 10. CBA-valintamenettelyn prosessi (mukaillen Arroyo 2014).

CBA-valintamenetelmä, eli hyötyihin perustuva valintamenettely, auttaa SBD-strategian käytössä (Parrish & Tommelein 2009). Kaikkien suunnittelun päätösten tulee CBA-menettelyssä perustua hyötyjen tärkeyteen (Macomber *et al.* 2012). Kuvassa 10 on esitelty CBA-valintamenettelyn prosessin eri vaiheet. Menettelyn kolmannessa vaiheessa, kriteerien määrittelyssä, käydään läpi sekä pakolliset että muut haluttavat kriteerit (Arroyo *et al.* 2014). Menettely auttaa eri vaihtoehtojen välisessä erottelussa päätöksen kontekstin mukaan (Arroyo *et al.* 2018). CBA-menettely keskittyy laatuun (Cortes *et al.* 2018), selkeyteen ja läpinäkyvyyteen (Parrish & Tommelein 2009). Arroyo *et al.* (2018) tutkimuksessa CBA-menettelyä käytettiin onnistuneesti monikriteerisesti jopa tuhannesta eri suunnitteluvaihtoehdosta valitsemiseen.

Toyotalla kehitettyä prosessien kehittämiseen tarkoitettua A3-raporttia käytetään ongelmien tunnistamiseen ja ratkaisemiseen. A3-raportin tarkoituksena on esittää tekstillä ja visuaalisesti kaikki tarvittava tieto ongelmasta, keskittyen pelkästään ongelman esittelyyn ja ratkaisemiseen, jättäen pois siihen liittymättömät asiat. (Chakravorty 2009) Raporttia voidaan käyttää jatkuvan parantamisen työkaluna (Bordin *et al.* 2018). A3-raportissa etsitään ongelman juurisyy käyttäen 5 Whys -työkalua, jossa kysytään viisi kertaa ”miksi tämä ongelma tapahtuu?” kunnes päästään juurisyyhyn. Raportin joustavuuden ansiosta sen perusrakennetta voidaan käyttää monenlaisten ongelmien ratkaisussa. (Anderson *et al.* 2011) Suunnittelussa A3-raporttia voidaan käyttää pohjana faktaperusteiselle suunnittelulle, dokumentoiden suunnittelun kehityksen, analyysin, tulevan implementoinnin sekä seurannan suunnittelun onnistumiselle (Macomber *et al.* 2012).

Yksi tapa vähentää suunnittelun negatiivista iteraatiota on Khalife *et al.* (2018) mukaan DSM-matriisin käyttö, jossa järjestellään suunnittelutehtäviä uudelleen. Kuvassa 11 on

esiteltä viiden suunnittelutehtävän DSM-matriisin esimerkki. Kuvassa rastit ovat tehtävien välisiä riippuvuuksia. Suunnittelutehtävät 1–5 ovat suoritusjärjestyksessä. Diagonaalin yläpuolella olevat riippuvuudet esittävät suunnittelun iteraatiota, jolloin tehtävä on riippuvainen toisesta tehtävästä, joka on ajallisesti tämän tehtävän jälkeen. (Chen *et al.* 2003)

	1	2	3	4	5	
1						Itsenäiset
2	X					
3	X	X				Riippuvaiset
4			X		X	
5			X	X		Toisistaan riippuvaiset

Tehtävien välinen riippuvuus

Kuva 11. Esimerkki viiden tehtävän DSM-matriisista (mukaillen Chen *et al.* 2003).

Suunnittelurakennematriisin avulla voidaan selvästi visualisoida suunnitteluprosessia, kehittämällä suunnittelun kommunikointia, organisointia ja virtausta (Rosas 2013). Dialogimatriisi sisältää kysymyksiä ja vastauksia eri suunnitteluosapuolilta, mikä luo rakennetta suunnittelulle tärkeälle dialogille. Matriisia voidaan käyttää suunnitteluosapuolten välisen kommunikoinnin kehittämiseen. (Bølviken *et al.* 2010)

### 2.3.2 Last Planner System

Last Planner System on aikataulutuksen suunnittelumenetelmä, jonka eri työkalujen ja toimintatapojen tähtäimessä on tuotantoyksikön ja työn virtauksen ohjaaminen (Ballard 2000b). LPS-menetelmä on tärkeä lean-rakentamisen sovellutus, jolla voidaan todistetusti kehittää rakentamisen johtamista, jotta rakennusprojektit olisivat vakaampia ja vähemmän stressaavia kaikille osapuolille vähentämällä riippuvuuksia ja vaihtelua hukan tunnistamiseen ja eliminointiin (Aziz & Hafez 2013). LPS-menetelmä keskittyy suunnittelemisen sosiaaliseen prosessiin ja sitoutumiseen (Seppänen *et al.* 2010). Työhön sitouttamista tehtävästä vastuulliselle pyritään kasvattamaan julkisten

lupausten, tehtävien valmistumisten tarkastusten ja valmistumattomien tehtävien tilastoinnilla (Koskela *et al.* 2010)

LPS-menetelmässä suunnitellaan yhdessä eri osapuolten kanssa vaihe aikataulu yleisaikataulun välitavoitteiden pohjalta. Tämän jälkeen valmistava suunnittelu järjestelmällisesti luo edellytykset ja poistaa esteet tehtävien käynnistämiseksi. Käynnistämismalliit tehtävät viikko aikataulutetaan, ja aikataulun tehtävien toteutumista ja toteuttamatta jääneiden syitä seurataan ja analysoidaan esimerkiksi TTP% (tehtävien toteuttamisprosentin) ja viisi kertaa miksi -menetelmän avulla. (Merikallio 2015a) LPS-menetelmä kannustaa jatkuvaan kehittämiseen ja pyrkii vähentämään vaihtelua työn virtauksessa. Vaihtelun vähentäminen työn virtauksessa kasvattaa tuottavuutta, vähentää kustannuksia ja parantaa laatua. (Koskela *et al.* 2010) LPS-menetelmää käyttävät yritykset ovat pystyneet pitämään ajallaan ja budjetissa (Aziz & Hafez 2013).

LPS-menetelmä on sovellettavissa suunnitteluprosessien suunnitteluun ja ohjaamiseen (Fosse & Ballard 2016). Kalifornialaisen sairaalan (Cathedral Hill Hospital) rakennusprojektin suunnitteluvaiheessa käytettiin LPS-menetelmää, huomioiden suunnittelutehtäviin vaikuttavien syötteiden, prosessien ja tuotosten muutokset ja epävarmuudet ennakoivassa ja viikoittaisessa työsuunnittelussa. Projektin aikana suunnittelussa LPS-menetelmän käytön haasteista huolimatta integroitu projektiryhmä kehittyi uuden menetelmän käytössä. Tilaajan ja ydinryhmän rooli oli tärkeä osa menetelmän käyttöönoton tukemisessa. Suunnittelijat sopeutuivat työnsä viikoittaiseen suunnitteluun ja imuohjaukseen, ja LPS-menetelmä auttoi kommunikoinnin tehostamisessa. (Hamzeh *et al.* 2009) Perinteisissä suunnittelupalaverissa keskustelua käydään projektinjohtajan ja virallisen asialistan kautta, kun taas LPS-palaverissa suunnittelijat pääsevät enemmän ääneen esimerkiksi töiden yhteisvaikutuksista ja suunnittelupäätöksistä. Eräässä hankkeessa projektinjohtajan mielestä LPS-menetelmän käyttö sopii paremmin rakennus- kuin suunnitteluvaiheeseen suunnittelun epäselvien tavoitteiden ja laatuvaatimusten takia. Vaikka kyseisessä hankkeessa huomattiin LPS-menetelmän käytön mahdollistavan muutosta ja kehittävän toimintaa, ovat vanhat toimintatavat ja menettelyt sitkeästi käytössä ja vallitsevien käytäntöjen muutoksessa kestävä. (Kerosuo *et al.* 2012)

### 2.3.3 Big Room

Big Room -konsepti on nykyisin yhteisissä tiloissa työskentelyn konsepteista ehkäpä tunnetuin (Haapasalo 2018). Toyotan tuotekehityksessä kehitettyä ”Obeyaa”, Big Room -konseptia, käytettiin Toyotalla korostamaan monipuolista integraatiota ja tuoteprojektikohdistusta sekä kommunikoinnin ja päätöksenteon tukena pääinsinöörin ja johtajien välillä (Liker & Morgan 2006). Big Room fasilitoi yhteisen tilan, jossa voidaan suunnitella tehtäviä, sääntöjä ja vastuita projektin toimijoiden kesken (Majava *et al.* 2019). Itsessään fyysinen tila ei ole tärkeä, mutta se mahdollistaa eri osapuolten toiminnan projektissa ja avoimen vuorovaikutuksen osapuolten välillä (Haapasalo 2018). Rakennushankkeissa huomattuja kehityskohtia, kommunikaatiota ja tiedonkulkua, voidaan kehittää Big Roomissa visuaalisen ohjauksen kautta (Majava *et al.* 2019).

Big Room -konseptin vaativimpia puolia on projektiosapuolten jatkuva yhdessäolo, joka voi olla hankala toteuttaa varsinkin pienissä ja keskisuurissa projekteissa. Virtuaalisen Big Roomin tarkoituksena on vähentää tätä samassa paikassa olemista virtuaalisten teknologioiden kautta. (Dave *et al.* 2015) Khanzode (2012) esittää havaintoja Big Roomin onnistumiselle, keskittyen oikeanlaiseen teknologiaan, toimijoiden klusterointiin, hyvin suunniteltuihin tapaamisiin, integroituun jatkuvaan suunnitteluun, päivittäisiin tapaamisiin, ajanhallintaan ja tilasuunnitteluun.

Virtaavan suunnittelun tärkeä osa on yhteistoiminta, jota mahdollistetaan esimerkiksi Big Room -kokouksilla (Saari *et al.* 2018). Suunnittelunohjauksessa Big Roomin ja muiden sosiaalisten lean-suunnittelunohjauksen menetelmien käyttö rakentavat tiimin sisällä luottamusta ja kehittävät ongelmanratkaisua (Uusitalo *et al.* 2019). Big Room -konseptin perusidea, suunnittelijoiden työskentely samassa paikassa yhdessä, mahdollistaa tehokkaamman tiedonjaon, vähentää päätöksenteon viiveitä sekä voi nopeuttaa suunnitteluprosessia (Tauriainen *et al.* 2016).

### 2.3.4 Solmutyöskentely

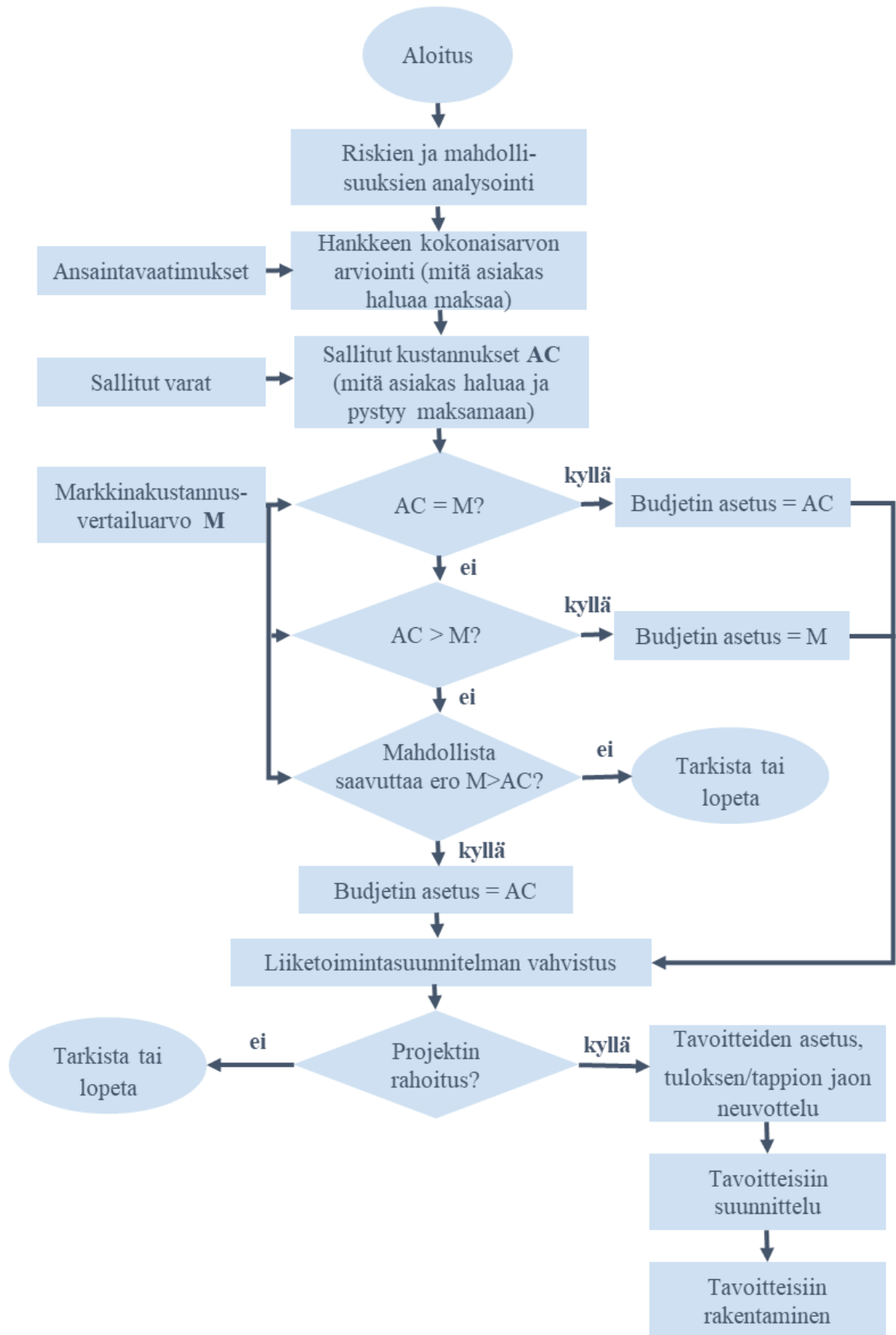
Suomessa rakennusprojektit eivät usein ole niin suuria, että niissä olisi mahdollista, että osapuolet työskentelisivät vain yhdessä projektissa kerrallaan, minkä takia on kehitetty

Big Room -työskentelyn sovellutus, solmutyöskentely. Solmutyöskentelyssä suunnitteluosapuolet tapaavat suunnitellusti tai tarvittaessa samassa paikassa esimerkiksi muutaman päivän ajan silloin, kun se hyödyttää eniten hanketta. (Tauriainen *et al.* 2016) Solmutyöskentelyssä yhteisessä tilassa työskentely tarvittaessa voi mahdollistaa suunnittelijoiden kesken tehokkaan tiedon, ideoiden ja teknisten tietojen jakamisen (Kerosuo *et al.* 2015). Solmuilla voidaan yhdessä esimerkiksi ratkaista ongelmia tai kehittää suunnitelmia rakennusosalalla (Kerosuo *et al.* 2017).

Solmutyöskentely mahdollistaa asiakkaan osallistumisen aikaisessa suunnitteluvaiheessa (Korpela 2015). Asiakkailla on avainrooli suunnittelun aikana, kertoen toiveitaan, huolenaiheitaan sekä arvioiden ja tehden päätöksiä (Macomber *et al.* 2012). Korpelan (2015) tekemässä tutkimuksessa huomattiin asiakkaan mukaan ottamisella solmutyöskentelyn kautta suunnitteluun positiivisia vaikutuksia muun muassa suunnittelijoiden ja asiakkaan välisessä kommunikaatiossa, kun asiakkaan saama tieto päätöksentekoa varten parantui sekä palautteenanto suunnittelijoille nopeutui.

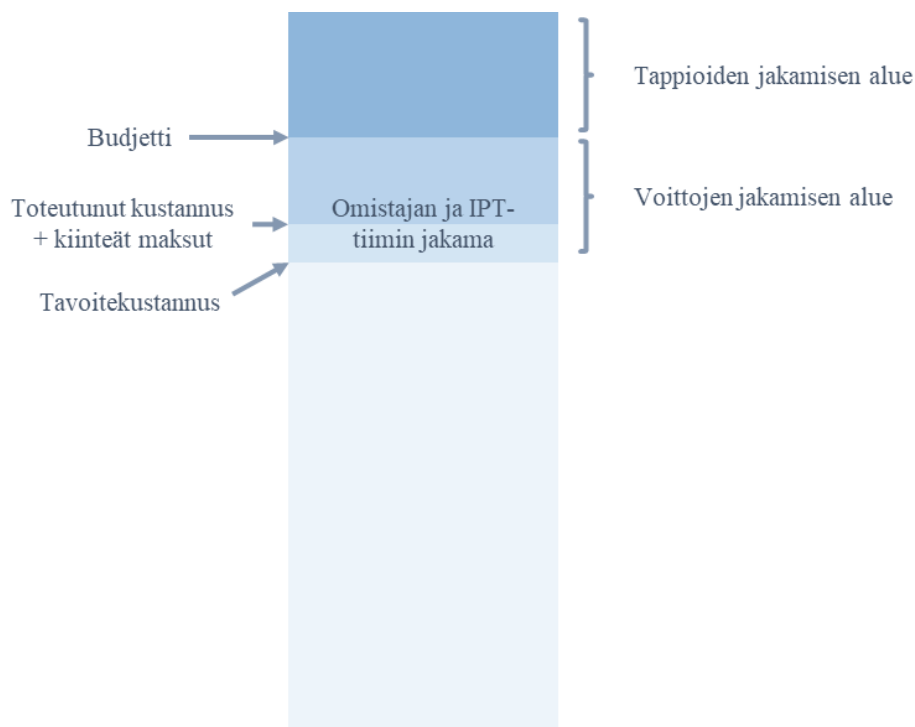
## 2.4 Target Value Design

Target Value Design (TVD) eli tilaajan tavoitteisiin suunnittelu tuo rakennusosalalle käyttöön osia tuotantoteollisuudessa laajasti käytössä olevasta tuotteen tavoite kustannusmenetelmästä, jossa keskitytään tuotteiden suunnittelussa kustannuksiin ja arvon tuottamiseen (Zimina *et al.* 2012). Tilaajan tavoitteisiin suunnittelun prosessi on kehitetty vastaamaan rakennusalan haasteita, yhdistäen aiemmin yksittäisiä arvoja tuottavia toimintoja jatkuvaksi arvon tuottamisen prosessiksi (Novak 2012). Tilaajan tavoitteisiin suunnittelu pyrkii tuottamaan käyttäjää hyvin palvelevan, kannattavan lopputuotteen, minimoiden elinkaarikustannuksia sekä parantaa suunnittelu- ja rakennusprosessia tehokkaammaksi ja lisäarvoa tuottavaksi (Merikallio 2015b). Projektit, joissa on ollut käytössä TVD, ovat vertailussa muihin projekteihin paremmin pysyneet asetetussa budjetissa (Do *et al.* 2014)



Kuva 12. Tilaajan tavoitteisiin suunnittelun prosessikuvaus (mukaillen Ballard 2012).

TVD-prosessia on kuvattu kuvassa 12. Tilaajan tavoitteisiin suunnittelun keskiössä on hankkeen kokonaisarvon arviointi asiakkaalle. Sallittuihin kustannuksiin (AC) vaikuttavat asiakkaan käytössä olevat varat. Prosessissa asetetaan budjetti vertaamalla sallittuja kustannuksia markkinoilla olevaan kustannusarvon M. Mikäli AC on yhtä suuri kuin markkinakustannusarvon yläarvo, tai on mahdollista saavuttaa ero vertailuarvon ja sallitun kustannuksen välillä, asetetaan budjetiksi AC. Vertailuarvo M asetetaan budjetiksi, jos AC on suurempi kuin markkinakustannusarvon yläarvo. Projektin rahoituksen ollessa kunnossa, asetetaan tavoitteet sekä neuvotellaan projektiosapuolten kesken tuloksen/tappion jaosta. (Ballard 2012) Kuvassa 13 on jaoteltu budjetin ja kustannusten sekä tappioiden ja voittojen jakamisesta tyypillisessä kaupallisessa mallissa.



Kuva 13. Tyypillinen kaupallinen malli (mukaillen Ballard 2012).

Macomber *et al.* (2012) esittelevät tilaajan tavoitteisiin suunnittelun olosuhteiden luomiseksi yhdeksän käytäntöä. Näitä suunnittelun käytäntöjä ovat: vahva yhteydenpito asiakkaan kanssa, oppimisen ja innovoinnin johtaminen, kustannustenhallinta, yhteistyö, samanaikainen suunnittelu, käyttäjän huomiointi, monialaiset pienet tiimit,

Big Room sekä reflektointi suunnittelusyklien lopussa. (Macomber *et al.* 2012) Tilaajan tavoitteisiin suunnittelu vaatii suunnittelijoiden ja rakentajien läheistä yhteistyötä (Pishdad-Bozorgi *et al.* 2013). Leaniin perustuvat menetelmät ja käyttäytyminen ovat kustannussäästöjen ajavia voimia TVD-projekteissa (Do *et al.* 2014) sekä ne luovat arvoa ja vähentävät hukkaa (Zimina *et al.* 2012). TVD-projekteja voidaan kehittää leanin jatkuvan parantamisen ja oppimisen periaatteella, SBD-strategialla, päätöksenteon ja ongelmanratkaisun menetelmillä sekä pienissä erissä suunnittelulla (Macomber *et al.* 2012).

TVD-lähestymistapa mahdollistaa arvon tuottamisen keskittyen suunnittelutehtäviin, ottaen asiakkaan mukaan suunnitteluprosessiin, kehittäen asiakkaan ja toimittajan välistä suhdetta, mutta kuitenkin tilaajan tavoitteisiin suunnittelu usein keskittyy enemmän tavoitekustannuksen tavoitteluun kuin asiakkaalle arvon tuottamiseen (Gomes Miron *et al.* 2015). Tilaajan tavoitteisiin suunnittelu sisältää asiakkaan liiketoiminnan arvohallintaa, rakennusprojektin arvohallintaa sekä suunnitteluprosessin arvometodologian (Novak 2012).

Ennen projektin aloitusta tilaaja määrittelee odotukset käyttöarvolle. Suunnittelutiimin päätehtävänä on tuottaa asiakkaalle arvoa suunnittelun kautta, jolloin on tärkeää, että suunnittelutiimi kykenee ymmärtämään asiakkaan ja käyttäjän tarpeita ja pystyvät suunnittelemaan rakennuksen, joka tuottaa arvoa asiakkaalle. (Hjelmbrekke *et al.* 2017) Suunnittelutiimin ja myös rakentamisen puolen toimijoiden kannalta asiakkaan arvon kääntäminen teknisemmäksi kieleksi on tärkeää arvon ymmärtämisen ja kommunikoinnin kehityksen kannalta (Thyssen *et al.* 2008). Tilaajat eivät usein ole rakennusalan ammattilaisia, joten he harvoin tietävät tarpeitaan ja halujaan. Tätä varten asiantuntijoiden mukaanotto tavoitteiden määrittelyyn on tärkeää, sillä projektia ei voida hankkia tai toimittaa tehokkaasti, jos sen lopullinen tarkoitus ei ole selvillä. (Aapaoja 2014) Kokeneet toimijat voivat myös nopeuttaa suunnittelun kustannusten määrittelyä kokemuksen tuoman kustannusymmärryksen kautta. Kokeneet toimijat pystyvät antamaan tilaajalle nopeita kustannusarvioita esimerkiksi työpajoissa. (Thyssen *et al.* 2008)



## 2.5 Ketterät menetelmät

Ketterät menetelmät, agile, on alun perin otettu käyttöön ohjelmistokehittämisessä. Ketterien menetelmien tavoitteina ovat toimiva tuote ja tehokas, hyväntahtoinen työskentely yhdessä. Lyhyet iteraatiojaksot, tehtävien priorisointi ja yhteistyön painotus ovat ketterän työskentelyn perusteita. (Highsmith & Cockburn 2001) Ketterän ohjelmistokehittämisen neljä periaatetta ovat: keskittyminen yksilöihin ja vuorovaikutukseen prosessien ja työkalujen sijaan, toimivaan ohjelmistoon kattavan dokumentoinnin sijaan, yhteistyöhön asiakkaan kanssa sopimusneuvottelujen sijaan ja muutokseen vastaamiseen suunnitelmien noudattamisen sijaan (Fowler & Highsmith 2001).

Ketterän ohjelmistokehittämisen keinoja on hieman muunneltu sopivammaksi ketterään projektinjohtamiseen projektimaailmassa ohjelmistokehittämisen sijaan, mutta pääperiaatteet ovat pysyneet samoina. Projektien ketteristä menetelmistä scrum on useiten käytetty. Scrumia käytetään tuotekehityksessä, tavoitteena kehittää tuotteita nopeammin kehittäen kommunikointia, maksimoiden yhteistyötä ja vähentäen hajaannusta tiimeissä iteratiivisten prosessien kautta. (Cervone 2011)

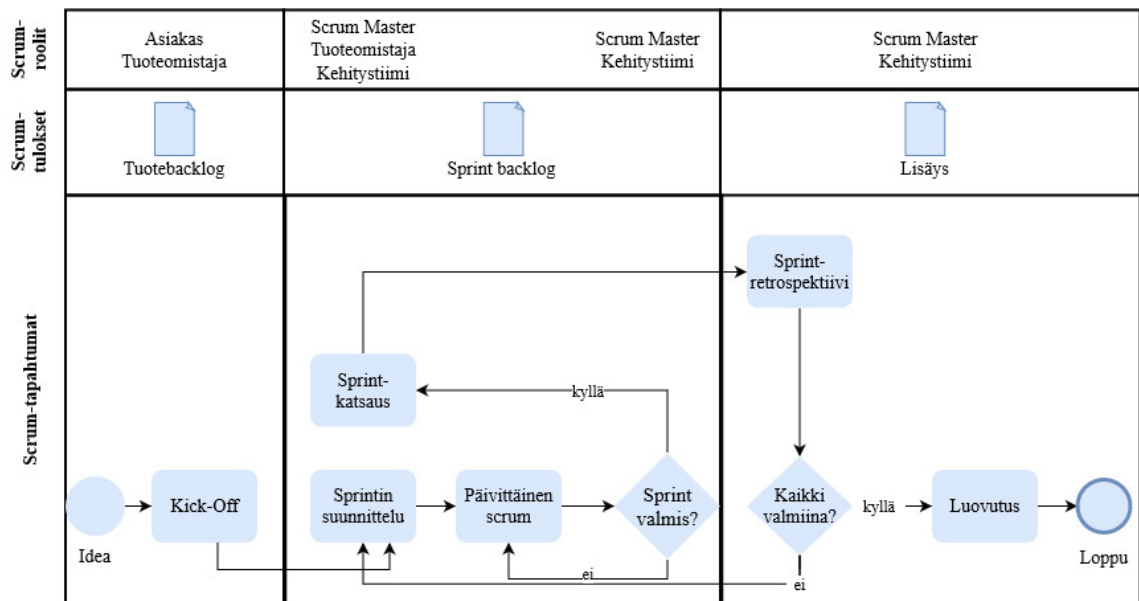
Ohjelmistokehittämistä ja rakennussuunnittelun alkuvaiheita yhdistävät niiden iteroituva luonne, minkä takia suunnitteluvaiheeseen on ehdotettu käytettävän ketterän johtamisen periaatteita (Demir & Theis 2016). Ketterän projektijohtamisen iteroituva luonne, jossa asiakas otetaan mukaan, tukee suunnitteluvaiheen ongelmanratkaisua ja arvontuottoa. Ketterä projektijohtaminen myös suosii yhteisessä tilassa työskentelyä, joten ketterä projektijohtaminen soveltuu suuriin ja kompleksisiin rakennushankkeisiin, joissa työntekijät voivat työskennellä suuren osan ajasta samassa paikassa. (Lidelöw & Jansson 2017) Ohjelmistokehittämisen scrum-mallin epäsuora implementointi, ketterä suunnittelunjohtaminen (Agile Design Management), voi ratkaista useita suunnittelu-prosessin haasteita. (Demir & Theis 2016).

Demir ja Theisin (2016) tutkimuksen mukaan ketterän suunnittelujohtamisen käytössä on huomattu seuraavanlaisia hyötyjä:

1. Meneillään ja valmiina olevien tehtävien ja tehtäväpakettien läpinäkyvyys
2. Suunnittelun yhteistoiminnallinen suunnittelu

3. Tehtäväpakettien ja niihin liittyvien tehtävien yhteinen priorisointi
4. Kehittynyt ongelmien ja riskien huomaaminen ja kommunikointi
5. Käyttäjien ja teknisten ryhmien integrointi
6. Useiden suunnittelujärjestysten koordinointi keskenään
7. Ongelmien nopea eskalointi toistuvien tapaamisten kautta
8. Tiimin motivaation kasvu suuremman vastualueen siirtämisen takia varsinkin avustavilla ja kokemattomilla suunnittelijoilla
9. Tahtiaikatauluttamisen kautta vähentynyt yksittäisten työntekijöiden työkuorma ja resurssien käytön parantuminen
10. Oikea määrä tietoa oikeassa ajassa oikeassa paikassa.

Streule *et al.* (2016) tutkivat scrumin käyttöä rakennussuunnittelussa case-tutkimuksessa. Tutkimuksessa otettiin onnistuneesti käyttöön scrum-malli implementoimalla sen roolituksia, tapahtumia ja tuloksia suunnitteluprosessiin. Tutkimuksessa korostettiin muun muassa kaikkien osapuolten aikaista osallistuttamista, scrum-mallin ymmärtämisen tärkeyttä, osallistumista kaikkiin scrum-tapahtumiin ja päätöstenteon aikaisuutta sprinttipalaverissa.



Kuva 14. Tyypillinen scrum-rakenne (mukaillen Streule *et al.* 2016).

Kuvassa 14 on esitelty tyypillistä scrum-rakennetta. Scrumissa käytetyllä backlogilla voidaan priorisoida suunnittelutehtäviä, joita suoritetaan lyhyissä sprinteissä (Uusitalo *et al.* 2017). Hamerski *et al.* (2019) esittelee case-tutkimuksessaan leanin ja ketterän

projektijohtamisen yhdistämistä, tutkien LPS-menetelmän ja scrumin elementtien yhdistämistä case-yrityksessä, jossa oli käytössä hyvin perinteinen projektinjohtomalli. LPS-menetelmän ja scrumin yhdistämisessä case-yrityksessä huomattiin parannusta varsinkin lyhytaikaisessa suunnittelussa. Scrumia ja LPS-menetelmää on käyttänyt suunnittelussa esimerkiksi rakennusalan insinööri-, suunnittelu- ja konsulttitalo Ramboll (Uusitalo *et al.* 2017).

## 2.6 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehitys on yritysten tärkeää ydinosaamista sekä suuressa roolissa yritysten jatkuvuudelle (Brown & Eisenhardt 1995). Cooper ja Edgett (2006) määrittelevät tuotekehityksen kriittisiksi menestystekijöiksi erottautuvien, erinomaisten tuotteiden tavoittelun, ennakkoon tehdyn työn, asiakkaan äänen huomioimisen, aikaisen tuotemäärittelyn ja markkinajulkaisun suunnittelun, prosessin jatkamisen päätöspisteet, yrityksen vahvuuksien hyödyntämisen, kansainvälisyyden sekä ylimmän johdon sitoutumisen. Tuotekehityksessä perinteisesti yhden vaiheen tulisi olla tehtynä ennen kuin toinen vaihe aloitetaan, vaikka näin ei käytännössä yleensä tapahdu, vaan tuotekehitys aloitetaan aikaisemmin, vaikkei kaikkia tarvittavia lähtötietoja ole saatavilla (Reinertsen 2009, s. 2).

Projektin tuotekehityspäätökset voidaan jakaa neljään kategoriaan: konseptisuunnittelu, tilaus-toimitusketjusuunnittelu, tuotesuunnittelu sekä tuotannon ylösajo ja julkaisu. Konseptisuunnittelussa määritellään tuotetiedot, tuotteen kokoonpano sekä tuotteeseen liittyvät elinkaaripalvelut ja myynnin jälkeiset tarvikkeet. Tilaus-toimitusketjusuunnittelussa tehdään päätöksiä liittyen materiaalien, tietotaidon ja palveluiden hankintaan, suunnitteluun, logistiikkaan ja tuotantoon. Tuotesuunnittelussa määritellään tuotteen suunnitteluparametrejä, tuotteen kasaus sekä suunnitellaan tuote yksityiskohtaisesti. Ennen kuin tuote voidaan viedä markkinoille, on tuote validoitava prototyypeillä. Tuotannon ylösajossa ja julkaisussa määritellään muun muassa markkinointia, tuotantopaikkaa sekä valitaan julkaistavat tuotteet. (Krishnan & Ulrich 2001)

Lean-tuotekehitys ottaa mallia Toyotan tuotekehityksestä. Lean-tuotekehityksen viitekuva sisältää yhteensä 13 johdon periaatetta liittyen prosessiin, ihmisiin ja työkaluihin. Prosessiin liittyvät periaatteet ovat: asiakkaan kokeman arvon määrittäminen, tuotekehitysprosessin kuormittaminen alkuvaiheessa vaihtoehtoisilla ratkaisuilla, tasautettu tuotekehitysprosessin virtaus sekä tiukan standardoinnin käyttö vaihtelun vähentämiseksi sekä joustavuuden ja ennustettavien tuotosten luomiseksi. Ihmisiin liittyvät periaatteet ovat: pääsuunnittelijan määrittäminen, poikkitoiminnallisuuden ja toiminnallisen kyvykkyyden integrointi, suunnittelijoiden syvä erikoistunut tieto, toimittajien integrointi tuotekehitykseen, jatkuvan kehittämisen ja oppimisen ilmapiiri sekä erinomaisuuden ja periksiantamattoman parantamisen vahvistamisen kulttuuri. Työkaluihin liittyvät periaatteet lean-tuotekehityksessä ovat: teknologian sopeuttaminen ihmisiin ja prosessiin, yksinkertainen visuaalinen kommunikointi sekä vahvat työkalut standardointiin ja organisatoriselle oppimiselle. (Liker & Morgan 2006)

Kalifornialaisen sairaalan (Cathedral Hill Hospital) rakennushankkeessa on käytetty useita lean-rakentamisen ja integroidun projektitoimituksen menetelmiä suunnitteluvaiheesta alkaen. Projektin suunnittelun toimintatavoissa on implementoitu Likerin ja Morganin (2006) listaamia lean-tuotekehityksen periaatteita. (Lostuvali *et al.* 2012) Tanskalaisen asuinhuoneiston case-projektissa tutkittiin lean-tuotekehityksestä/lean-suunnittelusta sovellettua työpajamallia. Case-tutkimuksessa huomattiin, että lean-tuotekehityksen käyttö rakennusalalla vaatii soveltamista, varsinkin asiakkaan arvon määrittelemisessä. Lisäksi tutkimuksessa huomattiin tarve kokeneille työpajan osallistujille, työpajojen tarkemmalle aikataulutukselle, käytäntöjen käyttöönotolle, aikaiselle tuotannon edustajien integraatiolle, sekä myös aikaisen suunnittelun tärkeys koko hankkeen kannalta. (Thyssen *et al.* 2008)

Lean-tuotekehityksen virtauksen mahdollistamiseksi työ jaetaan tahtiaikaan, esimerkiksi viikon pituisiin tahteihin sen sijaan, että suoritetaan suuria tehtäviä kerrallaan. Tahtiaikojen lopuksi pidetään integroivia, systemaattisia tapaamisia tiimin kesken. On suositeltavaa, että kaikki tiimiläiset saavat tietopaketin, jossa kerrotaan kriittiset tiedonkulun solmukohdat, esitellään, kuka tiimiläisistä tekee mitään sekä listataan työprotokollat. (Oppenheim 2004) Reinertsen (2009) käsittelee virtaukseen perustuvaa tuotekehitystä, kiinnittäen huomion varsinkin tuotekehityksen taloudelliseen puoleen,

jonoihin, vaihtelevuuteen, eräkokoon, meneillään olevaan työhön, virtaukseen, nopeaan palautteenantoon sekä hajautettuun ohjaamiseen. Tuotekehityksessä virtausta voidaan ohjata muun muassa tahtituotannon yhteydessä käsitellyn pienten eräkokojen kautta. (Reinertsen 2009, s. 111) Pienillä eräkoilla voidaan saada informaatiota aiemmin, sekä vähentää tuotteen testauksessa kerralla tulevien virheiden määrää, mikä helpottaa virheiden hallintaa (Reinertsen 1997, s. 74-75).

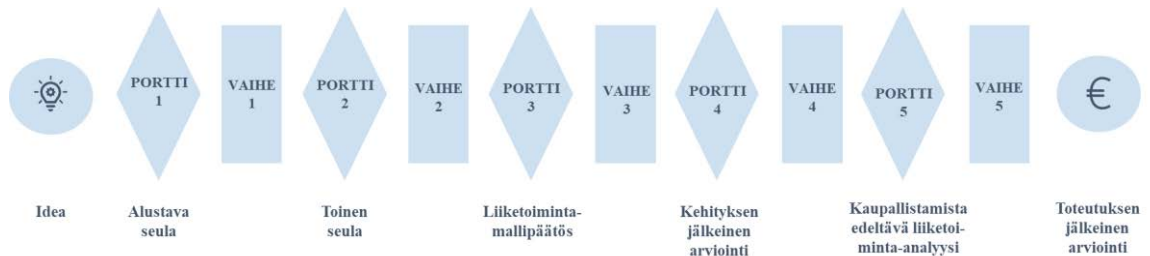
Albuquerque *et al.* (2020) tutkivat Lean-tuotekehityksen ja ketterän projektinjohtamisen käyttöä rakennusalalla, etenkin suunnitteluvaiheessa brasilialaisissa case-yrityksissä. Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksen perusteella menetelmät olisivat sovellettavissa rakennusalalla suunnitteluun, mutta haastatteluissa korostui sosiaalisen ulottuvuuden negatiivinen vaikutus. Organisatoriset tekijät, kuten hierarkisuus, vaikeuttavat näiden kaltaisten pehmeämpien tuotekehityksen menetelmien käyttöä. Rakennusalan muutosvastaisuus niin organisaation sisällä kuin myös toimittajien ja asiakkaiden kesken vaikeuttaa uusien menetelmien käyttöönottoa. (Albuquerque *et al.* 2020)

QFD (Quality Function Deployment) varmistaa, että asiakkaiden vaatimukset integroidaan uusiin tuotteisiin suunnitteluvaiheessa, kuunnellen asiakasta, varmistaen, että uusiin tuotteisiin tehdään laatua. Työkalu on otettu käyttöön tuotekehityksessä, mutta sitä on käytetty myös rakennusfirmoissa. (Zairi & Youssef 1995) Tätä työkalua voidaan rakennusalalla käyttää esimerkiksi suunnittelukonseptien arvioimiseen rakennukseen haluttujen piirteiden perusteella (Ballard & Zabelle 2000a). QFD-työkalulla on kolme suurta tavoitetta: tunnistaa, kuka on asiakas, mitä asiakas haluaa ja kuinka täyttää asiakkaan tarpeet (Zairi & Youssef 1995).

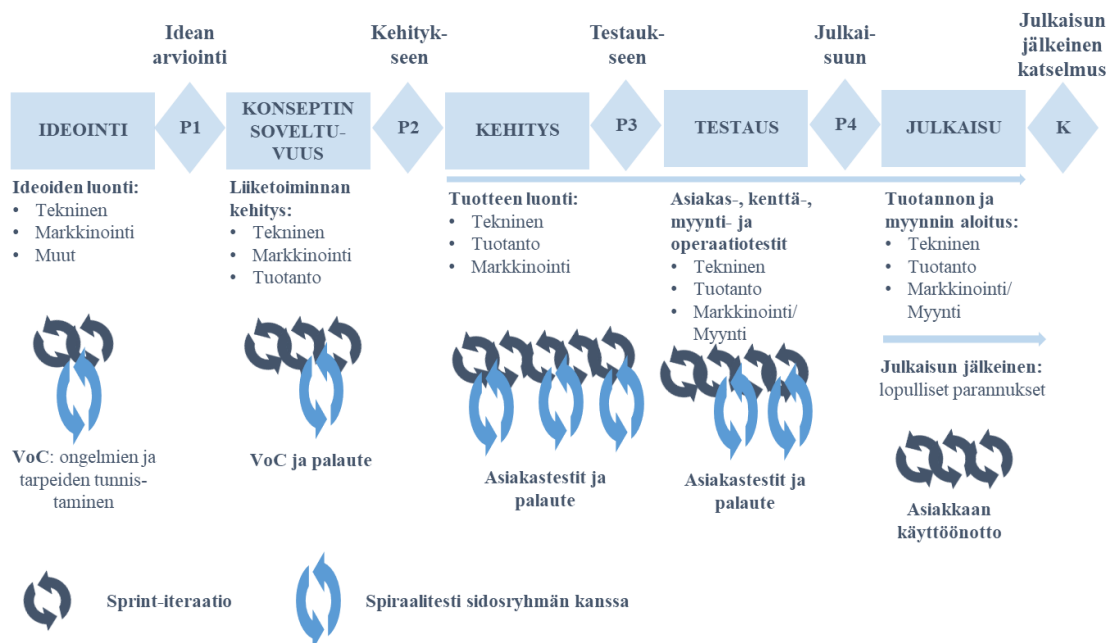
### 2.6.1 Stage-Gate -malli

Cooper (1990) esittelee tyypillisen tuotekehityksen stage-gate -mallin, eli vaiheporttimallin. Kuvassa 15 on esitelty karkea luonnos tyypillisestä mallista. Mallin eri vaiheita ovat: ideointi, tutkiminen, liiketoimintamallin luominen, kehittäminen, testaus ja validointi sekä julkaisu. Jokaisen vaiheen tavoitteena on tuottaa tarvittavaa tietoa porteilla tehtäviin päätöksiin. Porteilla tiimi kokoontuu tekemään vaiheiden aikana kerätyn tiedon perusteella tekemään päätöksiä jatkamisesta. Porteilla päätöksiä tekeviä johtajia kutsutaan portinvartijoiksi. (Cooper 2017, s. 118–124) Malli on

yhteyksissä tuotekehityksen suunnitteluprosessiin, esimerkiksi vesiputousmalliin tai iteratiiviseen malliin. Portit ovat yleensä linkitetty tuotekehitysprosessin etappeihin. (Karlström & Runeson 2005)



Kuva 15. Tyypillinen stage-gate -malli (mukaillen Cooper 1990).



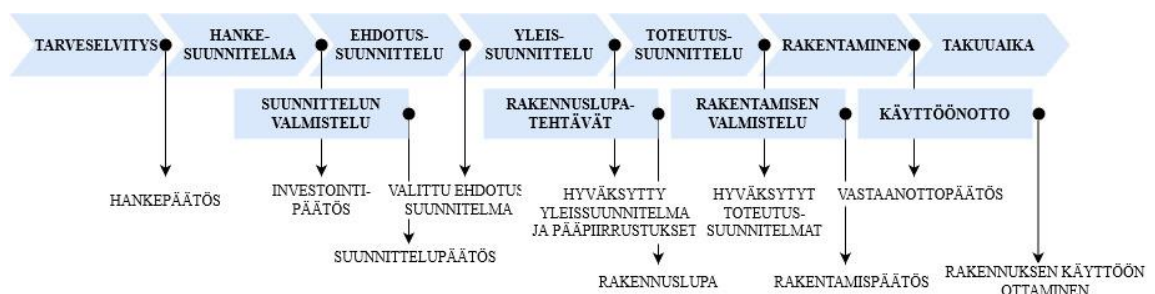
Kuva 16. Tyypillinen ketterän nelivaiheisen menetelmän malli (mukaillen Cooper 2017, s. 193).

Perinteisen vaiheporttimallin lisäksi ketterät toimintatavat tuovat tulevaisuuden projekteihin sekä ketteryyttä että järjestystä (Cooper 2017, s. 188). Ketterät menetelmät tuovat vaiheporttimalliin lisäyksenä mikrotasaisen suunnittelun, päivittäisen työn ohjaamisen sekä kehityksen raportoinnin (Karlström & Runeson 2005). Yhdistämällä näiden kahden hyvät puolet yhteiseksi malliksi, voidaan saada käyttöön vaiheporttimallin perusajatus porteista ja niissä tehtävistä päätöksistä tuoden ketterästä projekti-johtamisesta tarvittavaa mukautuvaisuutta ja sprinttien kautta asiakasnäkökulmaa. Lisäksi ketterässä kehittämisessä tuotteen suunnittelu kehittyy suunnittelun aikana.

Hybridimallissa asiakas otetaan mukaan tuotekehitykseen, porttien välissä toimitaan sprinteissä sekä iteroidaan suunnitelmia toimiviksi ja päästään nopeasti lopputuotteeseen. Kuvassa 16 on kuvattu tyypillinen ketterän nelivaiheisen menetelmän malli. (Cooper 2017, s. 188–193) Hybridimalli validoi oletuksia, auttaa muuttuvien vaatimusten ja epävarmuuden käsittelyssä, keskittää tiimit, kiihdyttää kehittämistä ja parantaa kommunikaatiota (Cooper & Sommer 2016)

## 2.6.2 Suunnitteluprosessin etapit

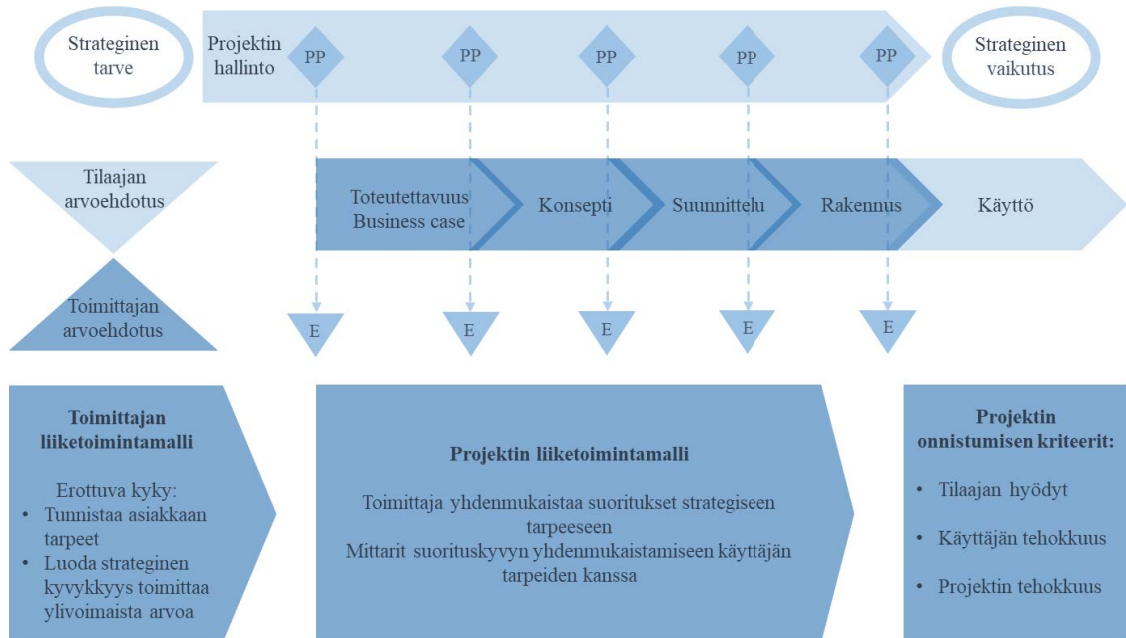
RT-kortiston tehtäväluettelot jaottelevat talorakennushankkeiden tehtäväkokonaisuudet sekä vaiheiden tulokset eri toimijoiden näkökulmasta. Kuva 17 kuvaa hankkeen tehtäväkokonaisuuksia ja eri vaiheiden tuloksia (RT 10-11109 2013; RT 10-11107 2013). Suunnitelma-aikataulu määrittää, milloin eri suunnitelmapaketit tarvitaan, milloin katselmukset pidetään ja milloin tarjouspyyntösuunnitelmat tulee olla toimitettuina. Yksi tärkeä kriteeri suunnitelma-aikataululle on hankinta-aikataulu, joka määrittää, milloin hankinta tarvitsee mitkään suunnitelmat. (RT 10-11225 2016)



Kuva 17. Hankkeen tehtäväkokonaisuudet ja vaiheiden tulokset (mukaillen RT 10-11109 2013; RT 10-11107 2013).

Kuvassa 18 on norjalaisten tutkijoiden kehittämä arvoa tuottavan rakennusprosessin hallinnon malli, jonka pohjalla on käytetty vaiheporttimallia. Hallintomallin tavoitteena on visualisoida arvon tuottoa edistäviä tai haittaavia tekijöitä. Se käyttää projektin alussa määriteltäviä tilaajan ja toimittajan arvoehdotuksia, joilla pyritään varmistamaan yhtenäinen projektistrategia tilaajan tarpeisiin. Toimittaja esittää arvoehdotuksessaan, kuinka he saavuttavat tilaajan arvoehdotuksen. Arvoehdotuksien saavuttaminen projektin toteutuksessa toimii päätöspisteiden (PP) kautta. Projektin hallinto tarkkailee suorituskyyä projektin etapeissa (E) sekä arvioi suorituskyyä päätöspisteissä ennen uutta vaihetta. Hallintomallin pääkomponentteja ovat strateginen tarve, strateginen

vaikutus, projektin onnistumisen kriteerit, toimittajan projektin liiketoimintamalli sekä projektin liiketoimintamalli. (Hjelmbrekke *et al.* 2017)



Kuva 18. Yleinen malli rakennushankkeiden hallintaan (mukaillen Hjelmbrekke *et al.* 2017).

## 2.7 Kirjallisuuskatsauksen synteesi

Kirjallisuuskatsauksessa nousi esille useita suunnittelun haasteita. Suunnitteluprosessin etenemiseen vastasivat RT-kortiston tehtävälister, joissa on jaoteltu eri suunnittelualoittain suunnittelun tehtäviä, mutta yhtenäistä suunnittelun prosessia, jossa kokonaisuudessaan näkyy kaikki suunnittelun tärkeimmät tehtävät, ei kirjallisuudesta löytynyt. Suunnitteluprosessin kehittämiseen löytyi useita menetelmiä. Synteesissä käydään läpi esille tulleita haasteita, kehitysmenetelmiä ja prosessin etenemistä.

Rakennusalalla vanhat toimintatavat ovat sitkeästi käytössä ja niiden muuttaminen vie aikaa. Kirjallisuuskatsauksessa havaittuja rakennushankkeiden suunnittelun haasteita voidaan jakaa kolmeen tasoon: tilaajan tavoitteiden ja arvon ymmärtämiseen liittyvät haasteet, suunnitteluprosessiin liittyvät haasteet sekä yhteistoimintaan liittyvät haasteet. Näistä haasteista monet kuitenkin liittyvät toisiinsa.



Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on vastata ensimmäiseen tutkimuskysymykseen: **Miten rakennushankkeen suunnitteluprosessi etenee ja miten sitä voidaan kehittää ja moduloida?**



*Kuva 19. Yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin kehittämisen kolme pääkohtaa.*

Kuvassa 19 on esitelty kirjallisuuskatsauksen näkökulmasta kolme pääkohtaa yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin kehittämiseen: **arvon tuottaminen, virtaus sekä integraatio**. Näiden kolmen piirteitä on huomattavissa kirjallisuuskatsauksen useissa osissa, ja niiden välillä voidaan nähdä yhdistäviä tekijöitä, minkä takia ne on kuvattu toisiinsa vaikuttavina. Esimerkiksi lean-tuotekehityksen periaatteisiin kuuluvat muun muassa vaihtelun vähentäminen, virtauksen tasauttaminen, asiakkaan arvon määrittäminen, suunnittelijoiden tietämys, integraatio sekä yksinkertainen visuaalinen kommunikointi.

Lean-ajattelun pääajatuksia on tuottaa asiakkaalle **arvoa**. Ei-arvoa tuottavan toiminnan, eli hukan, vähentäminen lean-suunnittelun menetelmien kautta auttaa suunnittelijoita määrittämään ja tuottamaan asiakkaalle arvoa. Lean-suunnittelussa hukan pienentämisessä voidaan käyttää lean-työkaluja, kuten DSM-matriisia, A3-raporttia, CBA-menetelmää sekä tilaajan tavoitteisiin suunnittelua ja LPS-aikataulutusta. Määrittelemällä yhteisesti suunnittelun ja hankkeen tarkoitus, luodaan kriteerit ja sitä

kautta suunnittelukonseptit, ja iteroiden tätä määrittelyä läpi eri osapuolten kanssa voidaan parantaa asiakaan kokemaa arvoa.

**Tilaajan tavoitteisiin suunnittelu**, TVD, mahdollistaa arvon tuottamisen asiakkaalle. Suunnittelussa tulee ymmärtää tilaajan ja käyttäjän tarpeet, jotta suunnittelutiimi pystyy tuottamaan arvoa. Eri alojen asiantuntijoiden mukaan tuominen tilaajan avuksi arvojen määrittelyyn auttaa tilaajaa ja hankkeen osapuolia ymmärtämään hankkeen tarkoitus. Arvojen määrittely myös teknisemmin mahdollistaa, että koko suunnittelutiimi ymmärtäisi arvoa tuottavat tekijät paremmin.

Tahtituotanto mahdollistaa jatkuvan työn **virtauksen**. Esimerkiksi tuotekehityksessä työtehtävät voidaan jatkuvan työn virtauksen mahdollistamiseksi jakaa tahteihin, joiden lopussa pidetään integroivia ja systemaattisia tapaamisia. Suunnittelun virtauttamisessa tulee huomioida kokonaisvaltaisesti koko hankkeen virtaaminen, esimerkiksi suunnittelemalla virtaustehokkaita ja rakentamisen kannalta optimaalisia ratkaisuja. Alkuvaiheiden suunnittelun virtauttamisen avuksi voidaan määritellä suunnittelun tietovaatimukset esimerkiksi hankintaa ja asennusta varten, jotka toimivat välitavoitteina suunnittelun aikataulutuksessa. Diplomityössään Koniel (2019) ehdottaa jatkotutkimusaiheeksi sen tutkimisen, miten kauan yksittäiset suunnitelmat ovat käyttämättöminä, jotta suunnittelua voitaisiin tahdittaa todellisten tarpeiden mukaisesti.

**Yhteistoiminnalla** on merkittävä rooli suunnittelun virtauksessa. Yhteistoiminnalliset menetelmät, kuten Big Room -kokoukset, voivat tehostaa työtehtävien yhteensovittamista, tiedonkulun virtausta, nopeuttaa päätösten tekoa ja kehittää toimijoiden välistä luottamusta sekä motivaatiota. LPS-aikataulutuksen kautta työtehtäviä voidaan yhteistoiminnallisesti virtauttaa, suunnittelua imuohjata ja keskustella suunnittelutehtävien yhteisvaikutuksista sekä suunnittelupäätöksistä.

**Aikainen integrointi** mahdollistaa paremman hankkeen koko prosessin optimoinnin osaoptimoinnin sijaan. Kirjallisuudessa oli havaittu hyötyjä myös rakennusvaiheen edustajien aikaisemmalle integroinnille mukaan suunnitteluvaiheisiin sekä myös kokeneiden toimijoiden kokemuksen tuomasta kustannustietämyksestä. Integroinnin kautta suunnittelun eri osapuolista saadaan muodostettua yhteinen tiimi. Integroinnin onnistumisessa tilaajilla on tärkeä rooli, sillä tilaajan vaatiessa integraatiota tilaaja luo

edellytykset integroivalle toiminnalle ja vähentää riskiä sille, että mentäisiin takaisin ”vanhoihin” tapoihin.

**Rakennushankkeiden suunnitteluprosessi** on RT-kortistossa jaoteltu neljään vaiheeseen: hankesuunnitteluun, ehdotussuunnitteluun, yleissuunnitteluun ja toteutussuunnitteluun. Erilaisia suunnitteluprosessin jaottelun menetelmiä ovat kirjallisuuskatsauksessa lisäksi tarkastellut tuotemoduloinnin kautta rakennuksen suunnittelun jaottelu toiminnallisten elementtien kautta fyysisiksi komponenteiksi ja avoin rakentaminen.

Norjalaisen urakoitsijan Veidekken kehittämän yhteistoiminnallisen suunnittelun suunnittelemisen mallin tavoitteena on kehittää suunnitteluprosessia tehokkaammaksi ja parantaa suunnittelun virtausta. Prosessin pääelementit ovat: suunnittelun aikatauluttaminen ja suunnittelu yhdessä, yhteisten tavoitteiden asettaminen, roolien määrittely sekä palaverikäytännöistä sopiminen.

Rakennushankkeiden suunnittelun iteroituvan luonteen takia suunnittelun haasteiden ratkaisuun on ehdotettu ketterän kehittämisen menetelmiä, joissa lyhyillä sprinteillä toteutettavia työtehtäviä priorisoidaan backlogin kautta ja painotetaan asiakkaan mukaanottoa. Tuotekehitysprosessin etapit ovat linkitetty Cooperin vaiheporttimallin portteihin, joissa tiimin portinvartijat tekevät päätöksiä projektin jatkosta. Yhdistämällä Cooperin vaiheporttimalli ketteriin menetelmiin, lisätään malliin asiakasnäkökulmaa sekä joustavuutta. Porttien välisissä vaiheissa toimitaan hybridimallissa ketterästi sprinteissä iteroiden suunnitelmia ja päästen lopputuotteeseen nopeasti.

Hjelmbrekke *et al.* (2017) esittämä malli rakennushankkeen hallinnosta sekä ketterät menetelmät ja TVD painottavat asiakkaalle arvontuottoa. Hjelmbrekke *et al.* (2017) painottivat varsinkin projektin alkupäässä tapahtuvan arvoehdotusten tärkeyttä, strategista ja liiketoiminnallista näkökulmaa rakennushankkeissa, mikä painottuu myös tilaajan tavoitteisiin suunnittelussa. Työn tavoitteena olevan suunnittelunohjauksen viitekehyksen luomiseen käytetään pohjalla suunnittelutehtävien modulointia. Suunnittelun modulointia käsitellään suunnittelupaketeittain, kuten esimerkiksi Pikas *et al.* (2015) olivat jaotelleet suunnittelun tehtäväpaketteihin. **RT-kortistossa** on eri suunnittelualojen ja pääsuunnittelun tehtävälistat, joista voidaan yhdistämällä saada

prosessimalliin suunnittelun tehtäviä ja päätöksiä. Suunnittelutehtävien välisiä riippuvuuksia voidaan tarkastella esimerkiksi **DSM-matriisin** kautta, jota esimerkiksi Riihiluoma (2017) käytti diplomityössään suunnittelun kriittisten pisteiden tunnistamiseen.

## 3 EMPIRIA

### 3.1 Tutkimusprosessi

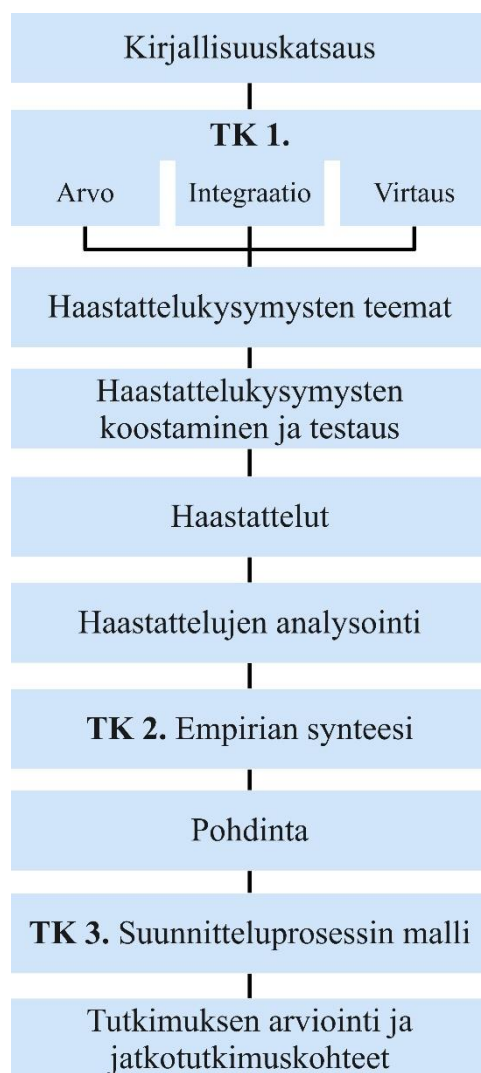
Tutkimuksen empiriaosuus täydentää kirjallisuuskatsausta. Kirjallisuuskatsauksessa havaitut yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin kehitysmenetelmät ja suunnitteluprosessin kuvaukset toimivat empiirisen osion pohjana. Tutkimusprosessi on kuvattu kokonaisuudessaan kuvassa 20. Tutkimuksen kohteena oleva suunnitteluprosessi on moniulotteinen, minkä vuoksi tutkimus on laadullinen. Työssä käytetty laadullinen tutkimusmenetelmä ei ole case-tutkimus, sillä suunnitteluprosessien haasteet ulottuvat eri projektien yli. Aikaisten suunnitteluvaiheiden edistymistä on haastavaa arvioida ja kontrolloida (Ballard & Koskela 1998). Konstruktiivinen tutkimusmenetelmä yhdistää loogisesti empiirisen datan tutkimuksen tutkimuskysymyksiin ja lopulta tutkimustuloksiin, joka pyrkii tuottamaan uusia ratkaisuja niin käytännön kuin teoreettisiin ongelmiin. Ratkaisut ovat yleensä malleja, diagrammeja ja suunnitelmia. (Oyegoke 2011) Tutkimuksessa pyritään luomaan suunnitteluprosessin kuvausta yleisemmällä, kuin projektitasolla.

Haastatteluissa painotetaan **yhteistoiminnallisuutta ja integraatiota, arvon ja tavoitteiden määrittämistä, suunnittelun virtausta sekä suunnitteluprosessin modulointia**. Tutkimuksessa on haastateltu alan asiantuntijoita heidän kokemuksistaan ja tietämyksestään suunnitteluprosessista sekä heidän ideoistaan suunnittelun kehittämiseen. Haastattelut ovat puolistrukturoituja tutkimuksen moniulotteisen luonteen vuoksi. Haastattelujen tavoitteena on vastata toiseen tutkimuskysymykseen: *Mitkä ovat suunnitteluprosessin etapit ja miten niiden välissä voidaan moduloida työtehtäviä ja toimia yhteistoiminnallisesti?* Haastattelukysymysten määrittelyssä apuna toimivat kaksi apukysymystä:

*Miten voidaan yleisesti kuvata modulaarista suunnitteluprosessia? Mitkä ovat suunnitteluprosessin etapit ja kuinka niiden välissä toimitaan?*

Haastattelukysymykset jaettiin kirjallisuuskatsauksen synteessin pohjalta neljään aihealueeseen: suunnitteluprosessi, virtaus, arvo sekä yhteistoiminnallisuus ja

integraatio. Haastattelukysymykset testattiin suunnitteluprosessin asiantuntijoilla. Haastattelukysymyksistä tehtiin kaksi erilaista kysymyssarjaa, toinen suunnittelualoille ja toinen suunnittelunohjaukseen ja konsultille. Molemmissa olivat samat yleisen tason kysymykset arvoon sekä yhteistoiminnallisuuteen ja integraatioon, mutta suunnittelualojen asiantuntijoita haastateltiin keskittyen heidän oman suunnittelualansa prosesseihin ja kokemuksiin, kun muilla haastateltavilla kysymykset suunnitteluprosessista olivat yleisemmällä tasolla. Haastattelun tueksi tehtiin muutama havainnollistava, kuvitteellinen esimerkkikuva suunnitteluprosessin moduloinnista ja virtauksesta. Nämä toimivat osittain keskustelun herättävinä tekijöinä, sillä niistä havaittiin haastatteluissa esimerkiksi kohtia, jotka haastateltavat olivat kokeneet erilaisiksi käytännössä. Haastattelukysymykset ja niihin liittyvät kuvat löytyvät liitteestä 1.



Kuva 20. Tutkimusprosessi.

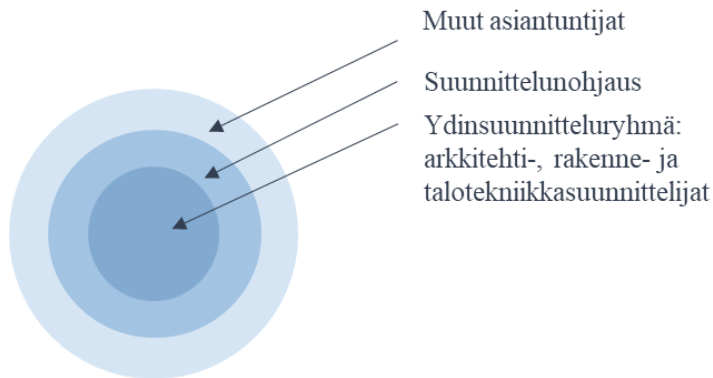
Potentiaaliset haastateltavat kerättiin yhdessä ohjaajien kanssa heidän verkostoidensa kautta, tavoitteena saada kattava haastateltavien joukko suunnittelun asiantuntijoita. Haastattelijoiden toimenkuvat edustamansa suunnittelun osa-alueen mukaan ovat listattuna taulukossa 1. Haastateltavat ovat alansa asiantuntijoita, rooleiltaan muun muassa toimitusjohtajia, varatoimitusjohtajia ja osastojohtajia, joilla on laajaa kokemusta rakennusosalta. Yhtä haastateltavaa lukuun ottamatta kaikilla haastateltavilla oli suoraa kokemusta laajoista allianssihankkeista. Haastateltaviin otettiin ensin yhteyttä alustuksella sekä lyhyellä tutkijan tekemällä viestillä työn taustasta ja tulevista haastatteluista, mikä helpotti yhteydenottoa haastateltaviin.

*Taulukko 1. Haastateltavien toimenkuvat.*

<b>Haastateltavan ala</b>	<b>Haastateltavan toimenkuva</b>	<b>Haastattelun päivämäärä</b>
Arkkitehtuuri	Arkkitehtitoimiston toimitusjohtaja	7.5.2020
Arkkitehtuuri	Professori, arkkitehtitoimiston osakas	14.5.2020
Rakennesuunnittelu	Yksikön johtaja	19.5.2020
Talotekniikkasuunnittelu	Ylempi neuvonantaja	11.5.2020
Talotekniikkasuunnittelu	Varatoimitusjohtaja	26.5.2020
Suunnittelunohjaus	Rakennuttamisen konsultointiyrityksen toimitusjohtaja	6.5.2020
Suunnittelunohjaus	Rakennuttajapäällikkö	25.5.2020
Muut alan asiantuntijat, kuten konsultit	Konsultointiyrityksen osakas	31.3.2020

Kuvassa 21 on esitelty Aapaojan ja Haapasalon (2014) mallin mukaisesti haastateltavien toimenkuvien sidosryhmäluokittelu rakennushankkeiden suunnittelussa. Kuvan tavoitteena on kuvata, kuinka vahvasti heidän kokemuksensa ja asiantuntemuksensa liittyy käytännön suunnittelutyöhön. Haastatteluiden kysymykset liittyvät vahvasti suunnitteluprosessiin sekä suunnittelun virtaukseen, mutta myös arvoon, yhteistoiminnallisuuteen ja integrointiin, minkä takia tarvitaan näkemyksiä eri

toimenkuvien edustajilta. Ympyrän keskellä on ydinsuunnitteluryhmä, johon kuuluvat arkkitehdit sekä rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijat. Työn rajauksen takia haastateltaviksi ei otettu muita erikoistuneita suunnittelualoja.



*Kuva 21. Haastateltavien toimenkuvien konkreettinen asiantuntijuus suunnitteluprosessiin hahmoteltuna (mukaillen Aapaoja & Haapasalo 2014).*

Ennen haastatteluja haastateltaville lähetettiin haastattelun kysymykset, jonka pohjalta haastattelut käytiin. Kysymykset olivat Powerpoint-esityksessä, jossa esiteltiin myös työn tavoite, rajaus sekä kirjallisuuskatsauksen synteesi haastattelun pohjustukseksi. Kysymykset käytiin läpi riippuen siitä, miten paljon haastateltavalla oli aiheeseen kerrottavaa, sekä tarkentavia kysymyksiä asetettiin kysymysten lisäksi. Haastattelut suoritettiin virtuaalisesti videopuhelun kautta haastattelujen aikana vallitsevan poikkeustilanteen syystä. Haastattelut kestivät tunnista 1,5 tuntiin. Puhelut nauhoitettiin haastattelijoiden luvalla. Haastattelut litteroitiin analysoinnin mahdollistamiseksi.

### 3.2 Haastattelujen analysointi

Haastatteluista saatuja tuloksia on esitelty empiriaosuudessa eri aihealueiden alla. Analyysi suoritettiin haastattelujen litterointien kautta kysymys kerrallaan käyden läpi jokainen haastattelu. Analysoinnin kohteita haastatteluista ovat moduulit, virtaus, etapit ja välitavoitteet, tavoitteet ja arvo, integraatio, yhteistoiminnallisuus ja suunnittelupalaverit kirjallisuuskatsauksen synteessin ja haastatteluissa korostuneiden teemojen mukaisesti. Haastatteliijoilla oli huomattavissa erilaisia näkemyksiä aiheista, mikä näkyy analysoinnissa eri näkökulmina.



### 3.2.1 Suunnitteluprosessin moduulit

Suunnitteluprosessin modulointia käsiteltiin haastatteluissa suunnitteluprosessiin liittyvien kysymysten jälkeen kuvitteellisen kuvaesimerkin avulla. Kuva on haastattelukysymysten kanssa liitteessä 1. Tässä kappaleessa käydään läpi haastatteluissa esille tulleita keskeisiä suunnittelutehtäviä sekä havaittuja moduulikokonaisuuksia suunnittelun eri vaiheissa.

Suunnittelun keskeiset tehtävät koettiin riippuvan hyvin pitkälti hankkeesta. Perinteinen tapa jakaa suunnittelua on RT-kortiston tehtäväluetteloiden kautta katsoen, mitä tehtäviä kyseessä olevaan projektiin tarvitsee tehdä. Rakennushankkeiden tehtäväkokonaisuudet ja vaiheiden tulokset (kuva 17, s. 49) on määritelty RT-kortistossa (RT 10-11109 2013; RT 10-11107 2013). Yhteistoiminnallisissa hankkeissa näitä tehtäviä ei välttämättä etukäteen määritellä, vaan niitä voidaan käydä projektin aikana läpi hankkeen parhaaksi -periaatteella. Talo 2000 -hankenimikkeistössä olevat suunnittelupaketit mainittiin haastatteluissa mahdollisina suunnittelun moduulikokonaisuuksina. Yhteistoiminnallisissa allianssihankkeissa puhutaan RT-kortiston tehtäväluetteloiden suunnitteluprosessin jaottelun ehdotus-, yleis- ja toteutussuunnittelun sijaan kehitysvaiheesta, jonka jälkeen aloitetaan toteutusvaihe, jossa suoritetaan tarvittaessa myös vielä toteutussuunnittelua. Tässä vaiheessa suunnitteluprosessin jaottelussa käytetään RT-kortiston tehtäväluetteloiden jaottelua hankesuunnittelu – ehdotussuunnittelu – yleissuunnittelu. Näitä tehtäväluetteloiden suunnittelun osuuksia, kuten hankesuunnittelua, ehdotettiin yhdessä haastattelussa myös ylätasen suunnittelumoduuliksi. Tehtäväluetteloiden tehtävien paikat ovat haastattelujen mukaan osittain muuttuneet yhteistoiminnallisissa hankkeissa, esimerkiksi suunnittelijat on voitu hankkia aiemmin kuin suunnittelun valmisteluvaiheessa, jossa se on perinteisesti tehty. Myös tavoitteiden määrittely on tapahtunut yhteistoiminnallisissa hankkeissa aiemmin kuin tehtäväluetteloissa on kirjattu.

Tarveselvityksen jälkeen pyritään haastateltavien mukaan hankekohtaisesti poimimaan hankkeen keskeisiä asioita, joita voivat olla esimerkiksi korjaushankkeissa talotekniikka, rakenteelliset ja sisäilmakorjaukset tai uudishankkeissa käyttäjä, eli mille tasolle rakennus viritetään ja mitä erilaisia käyttötarkoituksia varten. Tarvittavia tiloja määriteltäessä nähtiin tärkeänä käyttäjän tarpeiden ymmärtäminen ja niiden

dokumentointi, tällöin saadaan määriteltyä toiminnan tilojen asettamat vaatimukset. Käyttäjien osallistaminen ja heidän kanssaan kommunikointi nähtiin tärkeinä tekijöinä sille, että lopputuloksesta saadaan mahdollisimman hyvä toiminnallisuuden kannalta. Käyttäjän kanssa kommunikointi on pääasiassa ollut arkkitehtipainotteista.

Suunnittelun alkuvaiheessa tärkeäksi vaiheeksi nousi suunnittelun tavoitteiden määrittely. Vaativissa hankkeissa hankesuunnitteluvaiheessa on määritelty tavoitteita ja luotu hankkeen budjetti. Tavoitteiden määrittämiseen on kuitenkin joissain hankkeissa palattu vielä hankesuunnittelun jälkeen miettimään uudelleen. Haastatteluissa nousi esiin myös kriittisyys hankkeen toimivuudesta tärkeänä osana suunnittelun alkuvaiheita. Hankesuunnitteluun on haastateltavien kokemusten mukaan vaativissa hankkeissa panostettu enemmän kuin esimerkiksi tehtäväluettelossa hankesuunnittelun tehtäviksi on määritelty.

Hankesuunnittelun tarkoituksena tavoitteiden asettamisen lisäksi haastatteluissa nousi rakennuksen tai alueen konseptin kehittäminen ja hankkeen budjetin muodostaminen. Toiminnallisten kokonaisuuksien ja niiden läheisyysperiaatteiden tunnistamisen tärkeys tuli esille haastatteluissa. Toiminnallisuuden asettamat tarpeet muodostavat hankesuunnitelman sisällön. Hankesuunnitteluvaihe on haastatteluiden mukaan usein arkkitehtisuunnittelupainotteinen, jossa muiden suunnittelijoiden tehtävät ovat pääasiassa hankesuunnittelua tukevia ja avustavia tehtäviä. Hankesuunnitteluun on yhteistoiminnallisissa hankkeissa haastattelujen mukaan otettu myös muita suunnittelualoja mukaan esimerkiksi suunnitteluryhmittymän hankinnalla, jolloin eri suunnittelualat voivat vaikuttaa hankesuunnitteluvaiheessa tehtäviin ratkaisuihin. Rakennesuunnittelun näkökulmasta tehtävänä voi haastattelun mukaan esimerkiksi olla se, että tarkastetaan, että ratkaisu on jatkosuunnittelua ajatellen toteuttamiskelpoinen.

Haastatteluissa esille nousi talotekniikan rooli, sillä sen kustannukset muodostavat haastattelujen mukaan huomattavan osuuden rakentamisen kustannuksista, sekä investointikustannuksista että etenkin ylläpitokustannuksista. Talotekniikan kustannusten riittävä määrittely hankesuunnittelussa mahdollistaa sen, ettei seuraavissa vaiheissa tule yllättäviä uusia kustannuksia, minkä takia talotekniikkaa on haluttu laajemmin mukaan hankesuunnitteluun määrittelemään muun muassa teknisiä tiloja ja niiden tarvetta, jotka usein yllättävät hankesuunnittelussa.

Ehdotussuunnitteluvaiheessa laaditaan vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja, joissa tulisi täyttyä hankesuunnittelussa määritetyt tavoitteet. Ehdotussuunnitteluvaiheessa suunnittelun taso tarkentuu hankesuunnitteluvaiheesta. Eri ratkaisuvaihtoehtoja vertaillaan haastattelujen mukaan esimerkiksi kustannuksen, tilojen käytön ja käyttäjien tarpeiden mukaan. Yksi suunnittelutehtävistä koostuva moduuli voisi muodostua tilankäyttöratkaisuvaihtoehtojen käsittelystä arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja talotekniikkasuunnittelijan yhteistyössä. Tällöin tarkasteltaisiin ja kehitettäisiin yhteisesti arkkitehdin tekemiä tilankäyttöratkaisuja yksi kerrallaan läpi prosessin sen sijaan, että tarkasteltaisiin useita eri vaihtoehtoja läpi prosessin. Tällöin rakennesuunnittelija voisi esimerkiksi kehittää runkoratkaisuja, ja talotekniikkasuunnittelu tuottaa arkkitehdin tilankäyttöratkaisujen pohjalta tavoitteet täyttäviä vaihtoehtoisia taloteknisiä ratkaisuja, esimerkiksi eri alueiden teknisten tilojen tarpeet.

Myös avoimen rakentamisen konseptit, kiinteä perusosa sekä puolikiinteä ja muuntuvat tilaosat tulivat esille haastatteluissa mahdollisina suunnittelun moduulikokonaisuuksina. Kiinteän tilaosan suunnitteluun osallistuu eri suunnittelijoita, siihen sisältyvät arkkitehdin yhdessä käyttäjän kanssa määritellyt tilaratkaisut, rakennesuunnittelijan rakenneratkaisut sekä talotekniikan varaukset. Tässä vaiheessa sovitetaan arkkitehdin tilaan muun muassa hormivaraukset, pilarit, palkit, rakennusrunko, hissikuilut ja porrashuoneet. Kiinteän osan lukitsemisen jälkeen voi arkkitehti jatkaa erillisten huonetilojen tarkempaa suunnittelua, ilman että ne vaikuttavat aiemmin lukittuun kiinteään osaan.

Julkisivuratkaisut tulivat muutamassa haastattelussa esille mahdollisena moduulikokonaisuutena, jossa useat suunnittelualat yhdessä kehittävät suunnitelmia. Tällöin voitaisiin esimerkiksi tulkita yhdessä yksi julkisivuratkaisu kerrallaan, kiinnittäen huomiota vaihtoehtojen arkkitehtuurisiin, rakenteellisiin ja taloteknisiin, kuten energiankäyttöön liittyviin, ratkaisuihin. Mallihuonesuunnittelu nousi myös mahdolliseksi moduulikokonaisuudeksi, jossa tyyppitilasta tehdään suunnitelma yhteistoiminnallisesti sen sijaan, että suunniteltaisiin yksityiskohtaisesti kaikkia tiloja. Taloteknisen suunnittelun puolelta nousivat esille myös alakattovaihtoehtojen tarkastelu

siihen liittyvien tekniikkaratkaisujen osalta ja isot talotekniikan ratkaisut ja kokonaisuudet.

Yleissuunnittelussa valittua ehdotussuunnitelmaa kehitetään edelleen toteutussuunnittelua varten, määritellään pääratkaisut sekä sidotaan pääosa kustannuksista. Esimerkiksi talotekniikan osalta yleissuunnittelu on ehdotussuunnitelman dokumentointia toteutussuunnittelua varten, jossa määritetään muun muassa tekniset ratkaisut ja pääreitit, jättäen kuitenkin vielä esimerkiksi tarkempia määriä ja massoja työn ulkopuolelle. Yleissuunnittelussa eräänä moduulikokonaisuutena nousi esille teknisten tilatarpeiden määrittäminen.

Suunnittelun moduulikokonaisuuksien määrittelemisen haastattelutilanteessa oli osittain haastavaa prosessin monimutkaisuuden takia. Projektien erilaisuudet esimerkiksi laajuudessa ja rakennuksen käyttökohteessa nähtiin haasteena yleispätevien moduulien muodostamiselle. Hyväksi havaittuja toimintatapoja on tuotu aiemmista projekteista osittain mukaan myöhempisiin projekteihin. Nähtiin mahdollisena, että koko suunnitteluprosessi voitaisiin jakaa isoihin osakokonaisuuksiin, ja siitä edelleen pienempiin osakokonaisuuksiin. Eri suunnittelijoiden tehtävien linkittäminen ja prosessin selkeys, kuten myös moduulien linkitys niin päätöksentekoprosesseihin kuin myös rakentamiseen tulivat esille haastatteluissa.

### **3.2.2 Suunnitteluprosessin virtaus**

Moduloinnin jälkeen haastatteluissa käsiteltiin suunnittelun virtausta. Haastatteluissa oli aluksi esillä kuvitteellinen esimerkki tilanteesta, jossa suunnittelun eräkokoa pienentämällä pystyttiin lyhentämään suunnittelupaketin läpimenoaikaa. Kuvat ovat haastattelukysymysten mukana liitteessä 1. Kuvista nousi hyvin keskustelua, varsinkin tehtävien esitetystä järjestyksestä, jossa suunnittelu tapahtui järjestyksessä arkkitehti – rakennesuunnittelu – talotekniikkasuunnittelu. Osittain tämä nähtiin perinteisenä tapana, mutta myös osittain epätodellisena, sillä osa haastateltavista koki, että suunnittelu ei aina noudata tällaista järjestystä perinteisissäkään hankkeissa.

Vaativien rakennusprojektien suunnittelua on jaoteltu rakennuksen mukaan lohkoihin, kuten esimerkiksi kerroksittain. Haastatteluissa koettiin vaihtelevasti suunnittelun

eräkoon vaikutusta alkuvaiheen suunnittelun kehittämiseen. Virtautus nähtiin toimivana toteutussuunnitteluvaiheeseen, jolloin suunnitteluun tulee esimerkiksi toteutuksen puolelta aikataulullisia vaatimuksia. Myös alkuvaiheeseen ajatuksen koki osa haastateltavista ainakin osittain mahdollisena sopivana tapana kehittää suunnittelua. Tässä vaiheessa haastatteluissa nousi ajatuksia esimerkiksi siitä, että alkuvaiheen suunnittelun tehostaminen on väärässä vaiheessa säästämistä. Esimerkiksi rakennuksen lohkojaon käyttöä suunnittelun alkuvaiheessa prosessin jaotteluun ei koettu toimivaksi. Varsinkin pienempien rakennushankkeiden yhteydessä ei nähty tarpeelliseksi jakaa hanketta osiin tai osahankkeisiin. Kompleksisimpien hankkeiden yhteydessä osittelua voidaan helpommin tehdä. Useat kokivat, että suunnittelun alkuvaihe on enemmän luovaa kokonaiskuvan suunnittelua, johon tarvitaan enemmän aikaa, ja että hankesuunnittelulle ja muulle alkuvaiheen suunnittelulle ei ole koskaan varattu liikaa aikaa tai resursseja.

Mahdollisten alkuvaiheessa virtautettavien osa-alueiden tunnistaminen koettiin tärkeänä, jotta virtausmalli olisi mahdollinen. Rakennuksen jaottelua esimerkiksi kerroksittain tai lohkoittain on käytetty joissain hankkeissa suunnittelun ja toteutuksen osittelussa. Eräinä osa-alueina, joita ehdotussuunnittelussa pystyttäisiin virtauttamaan, nousivat esille tontinkäyttövaihtoehdot, alustavat tilanjakoalueet eli käyttäjäalueet, tilaratkaisuvaihtoehdot, tyyppitilat, leikkaukset ja julkisivu, paloturvallisuusvaihtoehdot ja kulkureititys.

Suunnittelun virtauksesta puhuttaessa muutamassa haastattelussa nousi jälleen esiin avoimen rakentamisen kiinteä-muuttuva osa -ajattelu, jota kautta suunnittelua voitaisiin kehittää. Esimerkkinä nousi yhdessä haastattelussa esille tilanne yhteistoiminnallisesta projektista, jossa projektia on jaoteltu niin kerroksittain ja rakennusosittain, kuin myös kiinteään, puolikiinteään ja muuntuvaan rakennusvaiheeseen. Tällöin esimerkiksi arkkitehti aloittaa suunnittelun, lukitsee tilaajan ja käyttäjän kanssa sen tiettyyn pisteeseen, minkä jälkeen rakennesuunnittelu jatkaa esimerkiksi kantavien rakenneratkaisujen osalta, jotka toimivat talotekniikkasuunnittelulle lähtötietoina ja he voivat jatkaa suunnittelua. Tällöin tehdään kerrokset kolmen kertaan avoimen rakentamisen mallin mukaan, yhteensovittaen suunnitelmia eri järjestelmien kanssa tarkistuspisteissä.

Yhdessä haastattelussa nousi virtauksesta puhuttaessa toiminnallisten kokonaisuuksien kautta rakennuksen suunnittelun jaottelu esimerkiksi kerroksittain. Suunnittelun jakaminen loogisiin kokonaisuuksiin, kuten esimerkiksi runkoratkaisun kehittäminen, mahdollistaa monialaisten tiimien muodostamisen kullekin kokonaisuudelle, jonka kautta voidaan jakaa suunnittelua sprinteiksi. Sprintit voitaisiin suunnitella rakennuksen tai toimintojen kautta, ja niitä toteuttavat monialaiset tiimit.

Yhtenä esimerkkinä nousi se, että arkkitehdin käyttäjäneuvottelut ja tilojen ratkaisuperiaatteet voitaisiin jakaa pienempiin osiin. Yhdessä haastattelussa nousi esille, että rakenne- ja talotekniikkasuunnittelun osalta alkuvaiheen suunnittelussa tulisi myös käsitellä kokonaisuutta, ei vain osia. Muutamassa haastattelussa tuli esille, että rakenne- ja talotekniikkapuolella on monesti arkkitehtisuunnittelun odottamista.

Tilaajan ja käyttäjän osallistumista tarvitaan suunnittelun aikataulun kehittämisessä, esimerkiksi päätösten tuottamiseksi aikataulun tarvitsemaan tahtiin. Hankesuunnitelman hyväksyy tilaajan päätöksentekoprosessi. Ehdotussuunnittelun lopuksi on toivottu, että tilaaja valitsee tehdyistä ehdotuksista sen ratkaisuvaihtoehdon, jolla suunnittelua jatketaan yleissuunnitteluvaiheeseen.

### **3.2.3 Suunnittelun etapit ja välitavoitteet**

Tilaajan päätöksentekopisteiden lukitseminen sekä päätöksentekoprosessien kehittäminen nähtiin tärkeinä monissa haastatteluissa puhuttaessa keskeisistä päätöksistä ja tuotoksista suunnittelussa. Tietyt tilaajan päätökset, esimerkiksi tilaohjelman suhteen, tulisivat olla haastatteluiden mukaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa selvillä suunnitteluun. Lisäksi toiminnallinen suunnitelma tulee olla suunnittelun etenemiseksi olemassa, mikä voisi olla yhtenä etappina suunnittelun alkuvaiheessa. Päätöksentekoprosesseihin voi esimerkiksi julkisissa hankkeissa liittyä hallituskäsittelyitä, jotka voivat tahdittaa suunnittelun aikataulua sekä tuoda vaatimuksia esimerkiksi suunnittelun aineistolle. Etapeiksi nousivat haastatteluissa myös rakennuslupa sekä kehitys- ja toteutusvaiheiden sopimusten allekirjoitukset.

Välitavoitteita voivat haastateltavien mielestä olla perinteiset RT-kortiston asettamat tavoitteet: hankesuunnitelma, ehdotussuunnittelu ja yleissuunnittelu. Hankesuunnitelma

voi toimia yhtenä tilaajan päätöspisteenä hankkeen etenemiseksi. Näiden aikataulutettujen tavoitteiden kautta voidaan asettaa suunnittelulle myös etappeja, joissa tarkastellaan esimerkiksi kustannuslaskentaa. Haastatteluissa nousivat myös avoimen rakentamisen kautta asetetut etapit ja välitavoitteet, kuten kiinteä perusosa on lukittu tai muuntuvien tilaosien konseptit tietyssä vaiheessa. Välitavoitteissa tai välikatsauksissa tuli esille järjestelmien yhteensovitus. Avoimen rakentamisen lisäksi yhtenä ehdotuksena etappien muodostamiseen oli Masterplan, jossa käsitellään määrittelyt esimerkiksi päämassoittelusta ja -ratkaisuista.

### **3.2.4 Tavoitteet ja arvo aikaisessa suunnittelussa**

Arvot ja tavoitteet koettiin suurin osin onnistuneesti määrittelyiksi yhteistoiminnallisissa hankkeissa, mikä on koettu tärkeäksi. Haastateltavien kokemukset tavoitteiden määrittelystä ovat positiivisia, esimerkiksi sairaalahankkeissa sekä muissa isoissa hankkeissa. Kokemuksia heillä on myös sellaisista hankkeista, joissa suunnitelmat eivät vastaa alussa yhdessä määritettyjä tavoitteita. Tilaajan tavoitteet toimivat suunnittelun lähtötietona tilojen laatutason ja toiminnallisuuksien osalta, jolloin on tärkeää määritellä ne suunnittelun alkuvaiheessa.

Tavoitteet tulee haastattelujen mukaan suunnittelussa olla selkeästi ja hyvin määriteltyjä sekä kaikille hankkeeseen osallistuville yhteisesti ymmärrettävissä, eli tavoitteiden tulee olla konkreettisesti ymmärrettävissä. Konkreettisuutta voidaan tuoda esimerkiksi kohdistamalla tavoitteet tietylle suunniteltavalle kokonaisuudelle. Tavoitepalavereiden pitäminen, miettiminen, mitä tavoitteet oikeasti tarkoittavat suunnittelunohjauksen, suunnittelijoiden ja koko prosessin kannalta. Tavoitteiden työstäminen yhdessä ja todellinen ymmärtäminen mahdollistaa sen, että tavoitteet ohjaavat suunnittelua.

Tilaajan panosta tavoitteiden määrittelyssä painotettiin. Selkeä näkemys siitä, mitä tilaaja haluaa lopputuotteeltaan, voi haastattelujen mukaan parantaa suunnitteluprosessin ja päätöksenteon etenemistä. On koettu hyväksi käytännöksi, että tavoitteet kirjattaisiin ylös, dokumentoitaisiin ja sitä kuljetettaisiin mukana hankkeen aikana. Tämän kautta suunnittelun vaihtoehtoja voidaan vertailla keskenään tavoitteiden perusteella. Tavoitteet voitaisiin ottaa tarkasteluun mukaan niin, että jokaisen vaiheen lopuksi vielä raportoitaisiin, miten tavoitteissa on pysytty, ja jos ei olla, mitä päätöksiä

on tehty ja miten ne vaikuttavat. Tavoitteet ohjaavat suunnittelun vaihtoehtojen vertailua haastateltavien mielestä voimakkaasti ja niiden pitäisikin ohjata. Vaihtoehtojen vertailusta keskusteltaessa esille tuli esimerkkinä CBA-matriisi muutamassa haastattelussa työkaluna, jolla sitä voidaan toteuttaa.

*”... Tavoitteet ovat nykyään aika paksut, niissä on niitä ”maailman paras se” ja ”maailman älykkäin tuo” ja sitten on joku, joka on vielä parempi kuin se. Ne tuntuvat vähän sellaisilta latteilta, kun ne ensinnäkin kuulee kaikkien suusta, ja sitten loppujen lopuksi ei kuitenkaan ole rahkeita toteuttaa sitä. Siinä voisi ehkä antaa tällaisen näkemyksen, että ollaan myös realisteja. Kun tavoitteita määritellään, siinä vaiheessa jo mietitään, mikä on oikeasti mahdollista ja mistä ollaan valmiita maksamaan.”*

Tavoitteiden määrittelyssä tulee myös miettiä, mikä on oikeasti mahdollista ja mistä tilaaja on valmis maksamaan. Tavoitteet, kuten ”maailman paras”, voivat kuulostaa latteilta, jos niitä ei pystytä toteuttaa todellisesti. Suurien tavoitteiden tavoittelu ja kustannuksista säästäminen päätöksentekijöiden toimesta eivät tunnu toimivan samassa yhtälössä.

Tärkeäksi haastatteluissa nousi karkea kustannustarkastelu, ovatko tavoitteet mahdollisia, eli taloudellinen realismi. Kustannusvaikutusten ymmärtämisellä nähtiin olevan pienentävää vaikutusta negatiiviseen iteraatioon, kun suunnitelmia ei viedä niin pitkälle ilman kustannustarkastelua. Allianssihankeissa on koettu, että se, miten kustannuslaskenta kulkee hankkeessa mukana, on ollut hankkeissa erilaista. Kokeneet asiantuntijat, jotka tuntevat kustannuksia, voivat lannistua, jos he tietävät jo suunnittelun aikana, ettei budjetti riitä tavoitteiden täyttämiseen. Esimerkiksi ympäristö- ja energiatavoitteiden saavuttaminen voi näkyä suurena investointikustannuksena, mutta sillä voi olla suuria säästöjä ylläpitokustannuksiin. Elinkaarikustannusten ja kestävä kehityksen ja vihreiden arvojen mukaisia tavoitteita korostettiin myös.

Tärkeäksi nostettiin myös muuntojoustotavoitteet ja niihin liittyvät määräykset, jotka tulisi määritellä suunnittelun alkuvaiheessa. Tällöin suunnittelu alusta alkaen pystyy huomioimaan muunneltavuuden suunnitellessa, ja rakennus voidaan tarvittaessa muuttaa ensikäytöstä toiseen käyttötarkoitukseen, sillä muutokset ovat jatkuvia suunnittelussa.



### 3.2.5 Integraatio suunnittelussa

Suunnittelussa tarvittavien suunnittelijoiden ja asiantuntijoiden määrä vaihtelee haastattelujen mukaan hankkeen tarpeiden mukaan, ja heitä otetaan mukaan suunnitteluun usein siinä vaiheessa, kun heitä tarvitaan. Suunnittelussa ja rakentamisessa on paljon erilaisia asiantuntijoita, kuten tietomallikoordinaattoreita, törmäystarkastelijoita, paloturvallisuuskonsultteja ja kosteudenhallintakoordinaattoreita. Erikoisia suunnittelualoja tai asiantuntijoita, kuten esimerkiksi liito-orava-asiantuntijoita, voi olla projekteissa kymmeniä, ja niiden tarve voi tulla vasta hankkeen edetessä esille.

Yleisellä tasolla hankkeissa suunnitteluosaamisen integrointi alkaa suunnittelijoiden, tai ydinsuunnittelutiimin, ja tilaajan sekä käyttäjien tai toiminnallisten suunnittelijoiden yhteistyöllä. Tähän alkuvaiheen suunnittelijoihin voivat kuulua esimerkiksi pääsuunnittelija, arkkitehti sekä talotekniikan ja rakennesuunnittelun pääsuunnittelijat, jotka käyvät yhdessä tilaajan ja käyttäjän kanssa läpi suunnittelun isoja, konseptitason ratkaisuja. Haastatteluiden mukaan talotekniikan suunnittelu integroituu, sillä esimerkiksi energia- ja ympäristöaiheet voivat vaatia sitä, että LVI- ja sähkösuunnittelijat työskentelevät yhteistyössä kokonaisvaltaisen ratkaisun saamiseksi. Talotekniikan muu osaaminen, kuten rakennusautomaatio- tai valaistussuunnittelu, voidaan ottaa mukaan suunnittelussa tarpeen mukaan. Suunnitteluosaamisen integrointia voidaan haastattelijoiden mukaan porrastaa sen mukaan, missä vaiheessa hanke on.

Kaikkeä osaajia ei tule haastattelijoiden mukaan tuoda heti mukaan suunnitteluun, vaan hankkeen tunnistettujen tarpeiden mukaan on voitu tuoda tarvittavaa osaamista yleistä aiemmin. Tällaista voi olla esimerkiksi merkittävä tavarantoimittaja, jonka panosta tarvitaan hyvissä ajoin suunnittelussa. Tarvittavan osaamisen tunnistaminen hyvissä ajoin, tarveselvitys- tai hankesuunnitteluvaiheessa, mahdollistaa sen, että projektille saadaan mukaan tarvittavat resurssit oikeassa vaiheessa.

*”Se ei voi olla, että kaikki tulevat heti alakattotoimittajaa myöten, se menee ihan katastrofiksi. Meillä on muutenkin jo ihan katastrofimäärä sitä porukkaa mukana. Pitää poimia ne mitkä sen hankkeen kannalta pitää missäkin vaiheessa olla. Se on ihan hyvä se projektisysteemiajattelu mitä on tehty.”*

Osissa haastatteluissa tuli keskusteluun myös rakentamisen integrointi suunnitteluun. Yksi haastateltavista näki, että rakentaminen tulisi integroida ajoissa hankkeeseen, eli jo suunnitteluvaiheeseen. Toinen haastateltavista koki, että rakentajien integrointi mukaan suunnitteluun tulisi tehdä vasta sitten, kun konseptitason suunnittelut ovat tehty. Suunnitelmien rakennettavuus tuli useissa haastatteluissa tärkeänä osana suunnittelua. Suunnittelunohjaukseen urakoitsijoita ei koettu yleisesti tarvittavina, perusteluina nousivat muun muassa liiallinen kustannusohjaus ja laadun kärsiminen. Tilaajan arvojen ja tavoitteiden toteuttaminen tulisi olla läsnä myös silloin, jos suunnittelunohjaus on urakoitsijavetoista.

### **3.2.6 Yhteistoiminnallisuus suunnittelussa**

Haastatteluissa käytiin yhteistoiminnallisuuteen liittyviä kysymyksiä läpi viimeisenä osana haastatteluita. Haastatteluissa nousi näitä aiemminkin keskustelua yhteistoiminnallisuudesta, kuten yhteistoiminnallisten hankkeiden eroavaisuuksia perinteisiin rakennushankkeisiin verrattuna. Myös suuri osa haastateltavien esimerkeistä olivat jollain tapaa yhteistoiminnallisista hankkeista.

Rakennushankkeiden suunnittelu sisältää useita eri suunnittelijoita, tilaajia, käyttäjiä ja muita sidosryhmiä. Myös eri suunnittelualat sisältävät useita asiantuntijoita, jolloin tarvitaan suunnittelualojen sisällä yhteensovittamista, esimerkiksi talotekniikan yhteensovitusta LVI- ja sähkösuunnittelun kesken. Useiden toimijoiden yhteistoiminnassa on olemassa erilaisia tarpeita toimijoiden kesken. Haastatteluissa keskusteltiin myös eri suunnittelualojen edustajien kanssa heidän mielestään keskeisistä tarpeistaan muille suunnittelun osapuolille sekä riippuvuuksista. Taulukkoon 2 on listattu haastatteluissa esille tulleita haastateltavien tunnistamia tarpeita ja riippuvuuksia muille suunnittelun osapuolille. Taulukossa on huomattavissa haastatteluissa tulleita päällekkäisyyksiä eri suunnittelualojen tunnistamissa tarpeissa. Esimerkiksi toiminnallisten tarpeiden tunnistaminen ja tilaohjelma on tärkeä lähtötieto suunnittelulle, jonka tilaaja ja käyttäjä tuottavat. Arkkitehdin suunnitelmat tuottavat lähtötiedon rakennesuunnittelulle, ja arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan ratkaisut tuottavat talotekniikalle lähtötiedon. Kuitenkin haastattelujen mukaan suunnittelussa eri suunnittelualat tuottavat toisilleen myös ristiin lähtötietoja, josta tuli keskustelua esimerkiksi virtauksesta puhuttaessa.

*Taulukko 2. Haastateltavien tunnistamia tarpeita muilta osapuolilta suunnitteluprosessissa.*

Tarvitseva osapuoli	Tarvittava asia	Keneltä tarvitaan
Arkkitehti	Kokonaisuuden hahmottaminen	Muut suunnittelijat ja rakentajat
Arkkitehti	Sujuva yhteistyö, asiantunteva suunnittelijaryhmä	Suunnittelun yhteistyökumppanit
Arkkitehti	Selkeät lähtötiedot	Suunnittelijat
Arkkitehti, suunnittelunohjaus	Tilaohjelma	Tilaaja, käyttäjä
Arkkitehti	Kustannusraami	Tilaaja
Rakennesuunnittelija	Arkkitehtisuunnitelmat, valmiusaste suunnitteluvaiheesta riippuen	Arkkitehti
Talotekniikkasuunnittelija	Tavoitteiden määrittely	Tilaaja, käyttäjä
Talotekniikkasuunnittelija	Arkkitehtisuunnitelmat, esimerkiksi energiankulutuksen laskemiseen	Arkkitehti
Talotekniikkasuunnittelija	Liittymien ja uusiutuvan energian käytön selvitys yhteistyössä	Energialaitos
Talotekniikkasuunnittelija	Toimintaprosessien kuvaus	Käyttäjä
Talotekniikkasuunnittelija	Arkkitehti- ja rakenneratkaisut	Arkkitehti, rakennesuunnittelija
Talotekniikkasuunnittelija	Palotekniset ratkaisut	Palotekninen konsultti

Haastateltavat olivat tyytyväisiä yhteistoiminnallisiin neuvottelumenettelyä käyttäviin hankintatapoihin tai suunnittelun yhteishankintaan ja sen tuomiin hyötyihin. Esimerkiksi samalla suunnittelutiimillä toimiminen koettiin tehostavan suunnittelijoiden välistä kommunikointia. Yleisesti suunnittelijoiden välisen kommunikoinnin kerrottiin olevan toimivaa, muutamilla poikkeuksilla. Haasteita on voinut tulla esimerkiksi väärinkäsityksistä, mutta kehitystä kommunikointiin on tullut viime vuosien aikana. Haasteita kommunikointiin nähtiin olevan enemmän sidosryhmien, kuten tilaajan, urakoitsijan tai viranomaistahojen, kuten rakennusvalvonnan kanssa. Suunnittelijat ovat kuitenkin usein eri projekteissa samanaikaisesti, jolloin esimerkiksi rakenne- tai talotekniikkasuunnittelijoilla voi olla haasteita muiden kuin oman suunnittelualan tehtäviin auttamiseen, matkustamiseen Big Room -palavereihin tai osallistumaan usean päivän työpajoihin.

Yhteiset alustat tai tapaamispaikat, kuten Big Room tai Teams-alusta sekä palaverit nähtiin kommunikoinnin kehittämisen puolesta hyvinä tapoina. Tärkeää yhteistoiminnan onnistumisessa on, että suunnittelijat tietävät, keiden kanssa työskentelevät, jolloin kommunikointi esimerkiksi eri paikkakunnilla toimivien suunnittelijoiden välillä on helppoa. Sujuvan kommunikoinnin ja työskentelyn taustalla ovat myös sovitut käytänteet esimerkiksi palavereista ja käytetyistä järjestelmistä. Yhteistoiminnallisen suunnittelun onnistumisessa korostui yksilöiden rooli, kuten luvattujen asioiden tekeminen luvatussa ajassa, aktiivinen tietojen pyytäminen sekä myös yksilön panostus hankkeen onnistumiseen ja henkilökemioiden toimiminen. Muutamissa haastatteluissa nousi vahvasti se, että hyvässä yhteistoiminnassa yksilöt eivät vain keskity omaan tekemiseen, vaan ovat sitoutuneita projektiin ja ottavat muiden tarpeet huomioon.

*”Luvatut asiat luvatussa ajassa, että se on tietysti tärkeätä, että jos on luvannut, niin pitää siitä kiinni. Mutta se aktiivisuus, kuten tuossa aiemmin sanoin, ja sitä kautta, että ottaa kantaa myös vähän oman suunnittelualueen ulkopuolellekin, ja kukaan ei siitä suutu, että tuo joskus jotain hölmöjäkin ajatuksia, siellä voi olla jotain hyviäkin, kun sitä ulkopuolinenkin miettii.”*

Ongelmien ratkaisussa hyvällä yhteistoiminnalla ja suunnittelun toimivalla ohjauksella nähtiin olevan positiivista vaikutusta. Ongelmien ratkaisuun olisi hyvä olla jokin tietty toimintaprosessi, joita haastatteluissa tuli esille esimerkiksi ongelmien ratkaisemiselle vakiopalaveri avainhenkilöstön kesken tai aiemmin, esimerkiksi suunnittelupalaverissa, tunnistettujen ongelmien ratkaisun delegointi oikeille henkilöille. Myös säännöllinen raportointi tai päätösloki nousivat ongelmien ratkaisuisissa muutamassa haastattelussa. Tällöin pystytään nostamaan ongelmia esille, rekisteröimään niitä sekä jakamaan jatkotoimenpiteitä. Suunnittelijoiden koettiin pystyvän ratkaisemaan ongelmat, tämän onnistumiseksi tulisi päätöksentekoprosessin olla toimiva.

### **3.2.7 Suunnittelupalaverit**

Kevään poikkeustilanteen myötä suunnittelupalaverit on haastattelujen aikaan järjestetty hankkeissa pääosin etäpalavereina. Haastatteluissa nähtiin, että etäpalaverit säästävät usein aikaa, sillä palavereihin ei ole tarvinnut matkustaa esimerkiksi toiselta paikkakunnalta, ja ne on myös koettu tehokkaiksi. Etäpalavereita on voitu pitää

useammin, jolloin tilannekuvaa on suunnittelussa voitu jakaa esimerkiksi kolmesti viikossa puolen tunnin palaverina. Haastatteluissa virtuaaliset palaverit ja työpajat nousivat esille käytänteinä, joita voitaisiin enemmänkin hyödyntää suunnittelussa myös rajoitusten purkautuessa.

*”Uskoisin, että siihen tulee nyt parannusta, tämä meidän korona-aikamme on parantanut tätä etätyöskentely-moodia. Siellä varmaan saadaan sitä kokouspaikalta tai Big Room -tilasta saadaan tilannekuvaa Teamsin tai Zoomin tai minkä kautta nyt sitten, että koko suunnitteluryhmä voi olla siellä taustalla omilla työpisteillään kuulolla, että mitä siellä tapahtuu.”*

Tärkeäksi haastatteluissa nousi tehdä aikataulutus yhdessä. Fyysinen Last Planner -seinä on koettu hyväksi suunnittelun alkuvaiheessa, sillä siellä pystytään luontevasti esimerkiksi keskustelemaan suurista linjoista suunnittelijoiden, käyttäjien ja tilaajan kanssa, mutta sen päivittäminen on ollut haasteena. Last Planner -seinän on koettu tuovan enemmän ymmärrystä toimijoille esimerkiksi siitä, millaisia lähtötietoja heiltä tarvitaan, milloin ja miksi. Ohjelmistojen, kuten Smartsheet tai Miro, kehittäminen nähdään tärkeänä osana varsinkin etätyöskentelyn ja yhteistoiminnallisten palaverien järjestämisessä. Ohjelmistot ovat myös hyväksi havaittu tapa hallita suunnittelun tehtäviä ja aikataulua sekä jakaa tietoa virtuaalisesti esimerkiksi fyysisen Last Planner -seinän sijaan. Smartsheet-ohjelmistoon on esimerkiksi voitu hankkeissa viedä erilaisia tietoja hankkeen etenemisestä, avoimista tehtävistä sekä hallita muutoksia sen avulla.

Toimivan suunnittelupalaverin tärkeänä osana nousi useassa haastattelussa fasilitointi sekä oikeiden henkilöiden kutsuminen oikeisiin palaveriin. Big Room -työskentely nähtiin hyvänä tapana saada esimerkiksi kommunikaatiota kehitettyä, kehittää innovatiivisempia ratkaisuja muilta suunnittelualoilta saatujen ideoiden pohjalta sekä jakaa tilannekuvaa sekä tehtäviä. Haasteina nousivat muun muassa pitkät päivät, omaan suunnittelualaan epäolennaiset keskustelut, tiedonjako suunnittelualojen sisällä ja läsnäolopakko kaikilta suunnittelijoilta.

*”Big Room on monikirjoinen antibiootti, joka auttaa monenlaisiin vaivoihin.”*

Suunnittelupalavereiden tarvittava määrä koettiin haastatteluissa riippuvan projektista ja sen vaiheesta. Suurissa hankkeissa suunnittelupalavereiden määrä on voinut jatkua vielä pitkälle toteutusvaiheeseenkin viikoittaisena tai kaksi päivää viikossa hankesuunnittelussa on ollut liian vähän, mutta esimerkiksi pienemmissä hankkeissa on tunti viikossa tai harvemminkin voinut riittää. Varsinkin suunnittelun alkuvaiheessa perusratkaisujen edistäminen viikoittain yhdessä eri suunnittelualojen, tilaajan ja käyttäjän kanssa saman pöydän ääressä koettiin hyvänä tapana. Turhaan järjestettyjä palavereita olisi haastattelijoiden mielestä hyvä välttää. Palavereiden rakenteet, aikataulut, fasilitointi sekä oikeiden tarvittavien henkilöiden läsnäolo nousivat tärkeiksi osiksi onnistuneille suunnittelupalavereille tai -työpajoille.

Suunnittelupalavereiden rakenteen tiukkuuteen oli vaihtelevasti käytänteitä tai mielipiteitä haastateltavilla. Osa haastateltavista toivoi enemmän muovautuvia palaverirakenteita. Monissa haastatteluissa tuli melko samanlaisia palaverirakenteita esiin: käydään läpi mitä tehtäviä on, miten on pysytty aikataulussa, mitä on tehty, mitä seuraavaksi tehdään, mitä lähtötietotarpeita on ja mitä ongelmia on havaittu. Myös pelkistetympi versio tästä tuli esille, että käydään läpi, mitä edellisen palaverin jälkeen on tapahtunut, mitä seuraavaan palaveriin saadaan valmiiksi, millaisia esteitä on ja miten ollaan aikataulussa. Myös eri tasoille palavereille nähtiin tarvetta, esimerkiksi isomman kuvan koostavien palavereiden sekä suunnittelijoiden keskinäisiä palavereita.

Perinteiset suunnittelupalaverimuistiot nousivat esille toimivina, jos ne on tehty sopivalla karkeudella. Esimerkiksi suunnittelukokouksiin on tehty suunnittelualoittain suunnitteluraportin, jossa kuvataan, mitä on tehty, mitä tehdään seuraavaksi, mitä lähtötietoja tarvitaan, mitä ongelmia ja riskejä suunnittelussa on, mitä viranomaisyhteyksiä on ollut ja mitä neuvotteluita on käyty. Olemassa olevat suunnittelukokoukset ja suunnittelupalaverit ovat haastattelijoiden mielestä hyviä, ne pitäisi kuitenkin osan mielestä saada paremmin palvelemaan tilannekuvan välitystä. Tilannekuvan välitykseen on hankkeissa käytetty muun muassa LPS-menetelmää, Big Roomia, Exceliä sekä ohjelmistoja, kuten Smartsheet tai Miro.

### 3.3 Empirian synteesi

Empiriaosuuden tavoitteena oli vastata toiseen tutkimuskysymykseen: *Mitkä ovat suunnitteluprosessin etapit ja miten niiden välissä voidaan moduloida työtehtäviä ja toimia yhteistoiminnallisesti ja ketterästi?* Laajasti vastanneet haastateltavat tuottivat aineistoa myös yleisesti suunnitteluprosessiin, rakennusalaan ja kohdattuihin haasteisiin liittyen, myös toisen tutkimuskysymyksen ulkopuolelle. Tämä laajensi tutkijan käsitystä suunnittelusta ja yleisesti alan tilanteesta. Erilaiset esimerkit monista hankkeista toivat haastatteluihin uskottavaa pohjaa. Monissa haastatteluissa tuli myös ilmi erilaisia kohdattuja haasteita eri hankkeilta, esimerkiksi laajuus- ja laatumuutoksien määrittelyn haasteista.

Haastatteluiden pohjalta suunnitteluprosessin etappeja voi kuvata kahdenlaisina: hallinnollisina sekä rakennuksen suunnitteluun ja toimintaan liittyvinä. Hallinnollisiin etappeihin kuuluisivat useassa haastattelussa painotettu tilaajan päätöksentekoprosessin asettamat välitavoitteet, viranomaisten kanssa keskusteluun liittyvät etapit, kuten rakennuslupa sekä palveluntuottajien hankintaan liittyvät etapit, kuten kehitys- ja toteutusvaiheen sopimusten teko. Rakennuksen suunnittelun ja toimintaan liittyvät etapit olisivat tässä ehdotetussa jaottelussa esimerkiksi rakennuksen toiminnallisuuteen liittyvien suunnitelmien valmiusasteet, avoimen rakentamisen kautta kiinteän tai muuntuvan osan lukitukset sekä suunnitelmien valmiusasteet esimerkiksi RT-kortiston tai muun projektissa käytettävän suunnittelun jaottelun mukaan.

Haastatteluissa tunnistettuja suunnittelun moduulikokonaisuuksia on jaoteltu taulukossa 3. Taulukon moduulikokonaisuudet ja niiden sisällöt on koottu yhteen haastatteluiden pohjalta, ja niiden sisällön kuvaamiseen on käytetty apuna lisäksi työn kirjallisuuskatsauksessa esiteltyjä määritelmiä esimerkiksi avoimen rakentamisen muuntuvasta tilaosasta. Tunnistetut moduulikokonaisuudet ovat osittain päällekkäisiä, kuten rakennuksen energiatalous ja julkisivuratkaisut. Talo2000-hankenimikkeistön kautta muodostettavia mahdollisia moduulikokonaisuuksia ei ole määritelty taulukossa tarkemmin.

Suunnitteluprosessin virtausta voitaisiin haastateltavien mukaan kehittää jakamalla rakennuksen suunnittelu esimerkiksi avoimen rakentamisen kautta, tai jakamalla

rakennusta kerroksittain tai toiminnallisiin kokonaisuuksiin. Tunnistamalla toisistaan riippumattomia suunnittelukokonaisuuksia suunnittelua voitaisiin saada kulkemaan virtaavammin, kun eri osuuksia voidaan edistää yhtäaikaaisesti peräkkäisen vesiputousmallin sijaan. Suunnittelijoita voitaisiin jakaa monialaisiin tiimeihin, jotka yhdessä suunnittelevat tiettyä kokonaisuutta ja jakaa suunnitteluprosesseja ketterän kehittämisen mukaisiin sprintteihin.

*Taulukko 3. Haastatteluissa tunnistettuja moduulikokonaisuuksia ja niiden sisältöä.*

Moduuli-kokonaisuus	Sisältöä	Tarvittavat osapuolet
Kiinteä perusosa	Arkkitiedin tilaratkaisut, rakennesuunnittelun rakenneratkaisut ja talotekniikan varaukset. Rakenneratkaisuja ovat esimerkiksi rakennusrunko, hissikuihut ja porrashuoneet, talotekniikan varauksia esimerkiksi kerroskorkeudet ja hormivaraukset.	Arkkitehti, rakennesuunnittelu, talotekniikkasuunnittelu, käyttäjä
Puolikiinteä tilaosa	Rakennuksen puolikiinteän tilaosan suunnittelu.	Arkkitehti, rakennesuunnittelu, talotekniikkasuunnittelu
Muuntuva tilaosa	Rakennuksen muuntuvan tilaosan suunnittelu, sisältää esimerkiksi kevyet väliseinät ja kalusteet.	Arkkitehti, rakennesuunnittelu, talotekniikkasuunnittelu
Tilankäyttöratkaisu-vaihtoehdot, toiminnallisuus	Toimintaprosessin tarpeet ohjaavat arkkitiedin tilankäyttöratkaisua, joka ohjaa rakennesuunnittelijan runkoratkaisua joka ohjaa taloteknistä suunnittelua. Vaihtoehtojen käsittely pienemmissä erissä.	Arkkitehti, rakennesuunnittelu, talotekniikkasuunnittelu, toiminnallinen suunnittelu, käyttäjä
Rakennuksen energiatalous	Rakennuksen energiatalouteen liittyvien ratkaisujen, kuten julkisivun, suunnittelu.	Talotekniikkasuunnittelu
Julkisivuratkaisut	Arkkitiedin julkisivuratkaisu, rakennesuunnittelijan rakenneratkaisut sekä talotekniset ratkaisut esimerkiksi rakennuksen energiatalouteen liittyen julkisivuun, kuten ikkunoihin.	Arkkitehti, rakennesuunnittelu, talotekniikkasuunnittelu
Mallihuone-suunnittelu	Tyypitilan suunnittelu yhteistyössä suunnittelualojen kanssa kokonaisuutena ennen kaikkien tilojen yksityiskohtaista suunnittelua.	Arkkitehti, rakennesuunnittelu, talotekniikkasuunnittelu, käyttäjä
Alakattovaihtoehdot	Tekniikkaratkaisujen vaatimien reititysten vaikutukset käytävä- ja huonekorkeuksiin sekä yleisilmeeseen, erilaisten vaihtoehtojen käsittely.	Talotekniikkasuunnittelu, arkkitehti, rakennesuunnittelu
Tekniset tilat	Teknisten tilojen tarve ja sijoittaminen, niiden vaikutukset esimerkiksi kerroskorkeuksiin, eri vaihtoehtojen käsittely.	Talotekniikkasuunnittelu, arkkitehti, rakennesuunnittelu
Tehtäväluettelot: hanke-, ehdotus-suunnittelu, ...	RT-kortiston suunnittelun tehtäväluetteloiden mukaiset tehtäväkokonaisuudet.	Suunnittelijat, suunnittelunohjaus, tilaaja, käyttäjä
Suunnittelupaketit Talo2000 mukaan	Suunnittelupakettien kokoaminen Talo2000-hankenimikkeistön luokittelun rakennetyypeistä loogiseksi kokonaisuuksiksi.	Suunnittelijat, suunnittelunohjaus

Yhteistoiminnallisuutta rakennushankkeissa on kehitetty viime vuosina esimerkiksi integroidulla projektitoimituksilla sekä Big Room -työskentelyllä. Integraatio jakoi haastatteluissa mielipiteitä esimerkiksi rakentamisen integroinnista suunnitteluun aikaisessa vaiheessa. Suunnittelussa integroidaan osaajia hankkeiden tarpeiden mukaan



isoimmista toimijoista pienempiin. Suunnittelun osapuolten henkilökohtainen panostus ja mielenkiinto hankkeeseen on haastattelijoiden mukaan tärkeässä roolissa hyvän yhteistoiminnan mahdollistamisessa. Toimivan ja hyödyllisen yhteistoiminnan takana ovat myös hyvin fasilitoidut palaverit, hyvä kommunikaatio sekä toimivat alustat, työkalut ja työtavat.

Toimiva suunnitteluprosessin aikataulutus toteutetaan yhteistoiminnallisesti suunnittelun eri osapuolten kesken. Tilaajan päätöksentekoprosessi tulee haastatteluiden perusteella huomioida jo suunnittelun alussa, jotta on kaikilla tiedossa ja muuta työtä voidaan suunnitella myös sitä kautta. Last Planner -seinä nähtiin toimivana työkaluna, vaihdellen fyysisenä ja virtuaalisena.

Yhteistoiminnallisissa hankkeissa on haastateltavien mielestä onnistuttu melko hyvin tavoitteiden määrittelyssä. Tavoitteet toimivat suunnittelun lähtötietoina, joten tavoitteet tulee määritellä suunnitteluprosessin alussa. Yhdessä määriteltyt, selkeät ja konkreettiset tavoitteet, jotka kaikki suunnittelun osapuolet ymmärtävät, mahdollistavat tavoitteiden toteuttamisen. Tavoitteiden tulisi ohjata suunnittelua esimerkiksi vaihtoehtojen vertailussa ja olla realistisia esimerkiksi kustannusten näkökulmasta.

### **3.4 Pohdinta**

Pääasiallinen huomio, mikä empirian ja kirjallisuuskatsauksen perusteella voidaan tehdä, on, että suunnitteluprosessien kulku ja kehittäminen koetaan riippuvan hankkeesta. Haastatteluiden aikana kuitenkin löytyi yhtäläisyyksiä eri projektien välillä. Rakennusprojekteissa useiden eri yritysten toimijat toimivat yhdessä, jolloin sen sijaan, että kehitettäisiin yhden yrityksen sisäisiä prosesseja, tulisi kehittää projektin prosesseja yhteisesti tilaajan ja eri yritysten kesken. Prosessin ymmärtämisen kautta voidaan jatkuvasti parantaa tekemistä, on turhaa työtä keksiä uudelleen hyviä toimintatapoja, kun ne olisivat jossain toisessa hankkeessa jo huomattu tai jopa aiemmin samassa hankkeessa. Tällöin voidaan myös kehittää yhteisesti rakennusalaan jakamalla kokemuksia ja hyviä toimintatapoja eri hankkeiden välillä.

Rakennushankkeiden suunnittelun yhtenä haasteena on kirjallisuuskatsauksen luvun 2.1.3 mukaan suunnittelun hukka, jota syntyy esimerkiksi negatiivisesta iteraatiosta, kommunikaatio-ongelmista tai tarpeettomasta muuttamisesta. Kommunikaatiossa ongelmana voi olla lähtötietojen saamattomuus tai informaation heikko kulku. Suunnittelun alkuvaiheessa on voitu jättää suunnitelmien toteutettavuus ja tekniset tarpeet vähälle huomiolle tai tavoitteita tai suunnittelun liiketoimintavaikutuksia ei tunneta hyvin.

Rakennushankkeiden suunnittelun tehtävien kuvaamisessa haastatteluissa nousi kokemuksia, että perinteiset RT-kortiston tehtäväluettelot eivät laajuudeltaan kuvaa yhteistoiminnallisten hankkeiden toteutusta käytännöstä. Hanksuunnittelun rooli RT-kortistossa verrattaessa haastateltavien kokemuksiin on suppeampi kuin käytännössä hankkeissa. Nykyisin hanksuunnitteluun panostetaan enemmän esimerkiksi tavoitteiden määrittelyssä ottamalla mukaan myös muita suunnittelualoja, eikä hanksuunnittelu ole vain arkkitehtivetoista.

### **3.4.1 Suunnittelun virtauttamisesta**

Rakennusten suunnittelussa on suuri määrä erilaisia tehtäviä ja eri asiantuntijoita. Suurien tehtäväkokonaisuuksien hallinta on voinut olla haastavaa esimerkiksi aikataulun tai kustannusten ohjauksen näkökulmasta. Pienemmässä eräkoossa suunnittelu voisi vähentää suunnitelmien muutoksia ja parantaa suunnitteluprosessin ohjausta esimerkiksi aikataulun ja kustannusten näkökulmasta. Suunnittelussa kokonaisvaltainen ajattelu niin eri suunnittelualojen näkökulmasta kuin myös niiden toteutettavuuden, toimivuuden ja tilaajan tavoitteiden näkökulmasta voisi myös vähentää negatiivista iteraatiota ja tarvetta muutoksille myöhemmässä vaiheessa.

Työn kirjallisuuskatsauksessa sekä empiriassa nostetut etapit ja välitavoitteet sekä tunnistetut suunnittelun moduulikokonaisuudet voisivat toimia suunnitteluprosessin aikatauluttamisen lähtökohtina. Etapin tavoittaminen tavoiteajassa voitaisiin mahdollistaa tahtituotannon avulla, kun laajaa suunnittelutyötä on jaoteltu pienempiin osuuksiin, kuten johonkin taulukon 3 mukaiseen moduulikokonaisuuteen. Kun tehtäväkokonaisuudet ovat pienempänä eräkokona ja voidaan työstää toisistaan riippumattomia suunnitteluosuuksia, suunnittelusta voitaisiin saada hukkaa vähennettyä,

kun tehtäväjuniä voitaisiin aikatauluttaa eri suunnittelun osuuksille, kuten rakennuksen tiettyihin osiin.

Rakennuksen suunnittelun jaottelussa voitaisiin hyödyntää useassa haastattelussa korostunutta avointa rakentamista. Tämä oli vahvemmin käytössä käytännössä kuin mitä kirjallisuudesta sai ymmärtää. Avoimen rakentamisen kautta on jaoteltu rakennusten suunnittelua kiinteään perusosaan sekä puolikiinteään ja muuntuvaan tilaosaan. Kun konseptitason suunnitelmat ovat tehtyinä, voitaisiin jakaa tarkempi suunnittelu kiinteään, puolikiinteään ja muuntuvaan tilaosaan. Avoimen rakentamisen kautta voidaan myös saavuttaa muuntojoustotavoitteita muuntuvan tilaosan kautta. Rakennuksen jakaminen avoimen rakentamisen kautta suunnittelun alkuvaiheessa sekä tarkemmassa suunnittelussa vielä kerroksittain voi toimia yhtenä tapana suunnittelutyön jakamiseen ja tahdittamiseen.

### **3.4.2 Suunnittelu eri projekteissa**

Rakennukset suunnitellaan johonkin käyttötarkoitukseen. Toiminnallisen suunnittelun rooli voi vaihdella hankkeen käyttötarkoituksen mukaan, kuten haastatteluissa tuli ilmi. Esimerkiksi sairaalassa sen toiminnallisuuksien ja käyttötarpeiden ymmärtäminen vaatii yhteistyötä suunnittelun ja käyttäjien kanssa, jotta tiloista saadaan käyttötarkoitusta mahdollisimman hyvin palvelevat. Eri tilat, kuten odotustilat tai leikkaussalit, voivat vaatia hyvin erilaisia rakenteellisia ja teknisiä ratkaisuja. Myös eri tilojen väliset yhteydet toisiin ja käyttäjien liikkuminen, tai esimerkiksi tuotantolaitoksessa prosessin eteneminen ja tuotteen liikkuminen, tuovat suunnittelulle tärkeitä lähtötietoja, joiden kautta voidaan suunnitella oikeanlaiset tilat.

Rakennushankkeita on erilaisia niin laajuudeltaan, toiminnallisuuksiltaan kuin toteutusmuodoiltaan. Hankkeen ominaispiirteet tulee tunnistaa hankkeen alussa, ja valita siihen sopivat toimintamallit, kuten toteutusmuoto ja hankintatapa. Pienemmän kokoisiin, vähemmän kompleksisiin hankkeisiin voi sopia perinteisemmät, vähemmän yhteistoiminnalliset toteutusmuodot. Suunnittelulla voi tällöin olla pienempi työmäärä ja osuus hankkeesta, jolloin suunnittelu voi onnistua tarvittavalla tasolla vähemmällä suunnittelunohjauksen kehittämisellä perinteisistä toimintatavoista. Kompleksisimmissa hankkeissa on huomattu hyötyjä yhteistoiminnallisista toteutusmuodoista. Suurissa

hankkeissa myös suunnittelulla voi olla suurempi rooli, minkä takia diplomityön tutkimustulos on suunnattu enemmän suuriin ja kompleksisiin hankkeisiin, joissa on yhteistoiminnallinen toteutusmuoto käytössä.

### 3.4.3 Suunnittelun käytänteistä

Lean-suunnittelun (kuva 7, s. 26) rakenteessa olevia toimintatapoja tuli myös empiriaosuudessa esille. Suunnitteluprosessin kehittämisessä lean-suunnittelun periaatteet hukan vähentämisestä, arvon tuottamisesta, monialaisista tiimeistä ja tilaajan tavoitteisiin suunnittelu ovat tärkeässä asemassa. Lean-ajattelun tuominen vahvemmin suunnitteluun ja sen ohjaukseen voisi kehittää suunnittelua esimerkiksi jatkuvan parantamisen ja kommunikaation kehittämisen kautta. Tällöin voidaan saada suunnittelu paremmin toimivaksi kokonaisuudeksi, jolla voidaan tuottaa asiakkaalle arvoa ja myös kehittää työilmapiiriä, mikä voi kehittää työn tuottavuutta. Lean-suunnittelussa suunnittelutyötä voidaan kehittää erilaisten työkalujen tai toimintatapojen kautta. Perusajatuksena on kuitenkin tuottaa asiakkaalle arvoa ja vähentää hukkaa työskentelystä. Työskentelyä voidaan kehittää LPS-aikataulutuksella, tilaajan tavoitteisiin suunnittelulla, eri työkaluilla, kuten suunnittelutehtävien riippuvuuksien tunnistaminen DSM-matriisilla, A3-raportoinnilla ja CBA-menetelmällä.

Yhteistoiminnallisuus on tuonut rakennushankkeisiin paljon hyviä kokemuksia. Ottamalla suunnittelun eri asiantuntijat aidosti mukaan hankkeen kehittämiseen ja aikataulutukseen, keskittyen kommunikoinnin kehittämiseen, on voitu kehittää työskentelyä. Yhteistoiminnallisissa toteutusmalleissa, kuten allianssissa, korostetaan yhdessä tekemistä, sitoutumista yhteisiin tavoitteisiin ja hankkeen parhaaksi -ajattelua. Yhteistoiminnallisuutta voidaan kehittää integroivilla toimintatavoilla, jatkuvalla parantamisella ja yhdessä kehittämisen kulttuurilla. Yhteistoimintaa voidaan luoda rakenteellisilla järjestelyillä, kuten yhteisellä sopimuksella ja organisaatiolla, motivoimalla palveluntuottajia toimimaan yhdessä kannustimilla ja jaetuilla riskeillä. Allianssin ja muiden yhteistoiminnallisten toteutusmallien kannustinjärjestelmät kannustavat sopimusosapuolia saavuttamaan tavoitteet. Tavoitteita pystytään saavuttamaan, kun motivoitunut tiimi työskentelee yhdessä niitä kohti, ajatuksena, että tiimi onnistuu tai epäonnistuu yhdessä. Aikaisella osapuolten integroinnilla mukaan

pystytään muodostamaan toimiva, yhteinen tiimi, vähentäen vastakkainasettelua projektin sisällä ja osaoptimointia, mahdollistaen koko prosessin optimoinnin.

#### **3.4.4 Tutkimuksen erityispiirteitä**

Tutkimukseen uuden näkökulman toi poikkeustilanne, joka oli käynnissä haastattelujen aikaan. Etätyösuositus oli ajanut suunnittelutyötä fyysisistä kohtaamisista etäpalavereihin. Suunnittelijat ovat hankkeissa usein eri paikkakunnilta, jolloin etätyöskentely vähensi matkustamiseen kuluva-aikaa. Ohjelmistojen käyttö, esimerkiksi virtuaalisen Last Planner -seinän päivittämiseen nähtiin toimivana vaihtoehtona fyysiseen kohtamiseen. Suunnittelun alkuun kaivattiin kuitenkin fyysistä kohtaamista, jolloin on saatu enemmän yhteistä keskustelua esimerkiksi suurista yhteisistä linjauksista.

Osa haastateltavista olivat haastattelujen aikaan samassa projektissa mukana, jolloin heidän haastatteluissaan oli huomattavissa yhtenäisyyksiä esimerkiksi koetuissa haasteissa. Tämä on voinut vaikuttaa haastattelujen tuloksiin. Haastateltavilla on laajaa kokemusta erilaisista hankkeista, jolloin heidän vastauksensa haastattelukysymyksiin pohjautuivat vuosien kokemukseen.

Haastateltavilla oli erilaisia näkemyksiä aikaisen suunnitteluprosessin kehittämiseen ja haastattelukysymysten sisältäviin aiheisiin liittyen. Tämä näkyi haastattelujen analyysissä erilaisina ajatusmalleina ja kuvastaa osittain alan luonnetta erilaisista näkökulmista. Haastatteluissa käytetyt kuvitteelliset esimerkkikuvat toimivat hyvinä keskustelun herättelijöinä. Esimerkkikuvat ovat voineet myös johdatella haastattelijoiden ajattelua tiettyyn suuntaan.

Suunnittelutyö on osittain luovaa ja siihen vaaditaan aikaa. Suunnittelulle on haastateltavien kokemusten mukaan harvoissa hankkeissa annettu tarpeeksi aikaa kehittää toimivat suunnitelmat ennen toteutusvaihetta, jolloin negatiivista iterointia syntyy suunnitelmien korjauksesta. Suunnitteluprosessin kehittämisellä pyritään siihen, että alkuvaiheiden suunnittelun kehittyneellä ohjaamisella voidaan kehittää sen ongelmakohtia, kuten kommunikointia, negatiivista iterointia ja yhteistyötä suunnittelijoiden ja suunnittelun muiden osapuolten välillä. Tavoitteena on tehdä

suunnittelusta hyvin virtaava prosessi, joka tuottaa asiakkaalle arvoa jo prosessin aikana kuin myös valmiilla suunnitelmilla. On tärkeää pitää suunnittelussa jatkuvasti mukana tilaajan tavoitteet, kustannukset ja aikataulu.

## 4 SUUNNITTELUPROSESSI

Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksen ja empirian kautta on tunnistettu rakennushankkeiden suunnitteluprosessin haasteita, määrittelytapoja, kehitystapoja, keskeisiä moduuleita ja tapoja työskennellä yhteistoiminnallisesti ja ketterästi. Tämän kappaleen tavoitteena on vastata kolmanteen tutkimuskysymykseen: *Miten yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin tulisi edetä ja miten sitä voidaan hallita?* Tutkimuskysymykseen pyritään vastaamaan esittämällä ehdotettu suunnitteluprosessin malli alkuvaiheiden suunnittelun ohjaamiseen yhteistoiminnallisissa rakennushankkeissa. Tarkoituksena on tarjota malli, jonka avulla suunnitteluprosessin alkuvaiheita kehittämällä voidaan luoda arvoa asiakkaalle ja edellytykset onnistuneelle rakennushankkeelle.

Kirjallisuuskatsauksen synteessissä esitettiin teorian pohjalta kolme pääkohtaa yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin kehittämiseen: arvon tuottaminen, virtaus sekä integraatio. Yhdistämällä kirjallisuuskatsauksen ja empirian tuloksia voidaan todeta, että suunnitteluprosessin virtauksen ja ohjauksen kehittämisen kolme pääteemaa yhteistoiminnallisissa rakennushankkeissa ovat:

1. Yhteistoiminnallisuus
2. Lean: jatkuva parantaminen
3. Virtaus ja ketterä prosessi

Tavoitteena on kehittää suunnittelun virtausta toimien yhteistoiminnallisesti, lean-periaatteiden mukaisesti ja ketterästi, mahdollistaen onnistuneet lopulliset suunnitelmat ja vähentäen muutosvaatimuksia myöhemmässä vaiheessa. Virtauksen mahdollistamiseksi aikaisessa suunnitteluvaiheessa jaetaan suunnittelua avoimen rakentamisen ja suunnittelun tehtävien moduloinnin kautta sekä ohjataan suunnitteluprosessin kulkua ketterien menetelmien kautta. Suunnittelun hukan vähentämiseksi painotetaan leania ja yhteistoiminnallista työskentelyä, jota kautta voidaan vähentää vastakkainasettelusta aiheutuneita haasteita ja parantaa kommunikointia, tiedonkulkua ja motivaatiota toimia hankkeen parhaaksi.

Suunnitteluprosessin kehittäminen alkaa hankkeen toteutusmuodon valinnasta. Yhteistoiminnallisissa hankkeissa allianssimalli on laajasti käytetty toteutustapa, joka ohjaa hankinnasta ja sopimuksista lähtien yhteistoiminnallisuuteen ja hankkeen parhaaksi -ajatteluun. Rakennustieto on julkaissut vuoden 2020 keväällä ohjekortit rakennushankkeen allianssisopimukseen ja sen liitteisiin (mm. RT 80354; RT 80357; RT 103199).

Kehittämisen lähtökohtana on lean-ajattelu ja jatkuva parantaminen. Arvon tuottaminen asiakkaalle, jatkuva parantaminen ja hukan vähentäminen suunnittelussa ovat perusajatuksia prosessin kehittämisessä. Lean-ajattelua tulee kehittää yhdessä työskentelyn alusta alkaen, jotta projektissa työskenteleville kehittyy yhteinen ymmärrys jatkuvasta parantamisesta ja lean-ajattelusta. Lean-ajattelun, -suunnittelun ja yhteistoiminnallisuuden kautta malliin on tuotu myös työskentelytapoja, kuten yhteiset alustat, TVD-prosessi, Big Room ja LPS.

Ketterään prosessiin tässä mallissa liittyvät suunnitteluprosessin modulointi ja virtaus. Ketterä scrum-malli tuo suunnitteluun prosessin, joka kehittää tehtävien priorisointia sekä painottaa monialaista työskentelyä, keskittyen laadukkaaseen lopputulokseen. Scrumissa on tietty palaverirakenne ja roolitukset, jotka määritellään hankekohtaisesti.

Prosessin etapit ovat tuotekehityksen vaiheporttimallin (kuva 15, s. 48) ja Hjelmbrekken *et al.* (2017) yleisen mallin rakennushankkeiden hallintaan (kuva 18, s. 50) kaltaisia portteja, joissa voidaan tarkastella hankkeen etenemistä. Etapeissa tehdään päätöksiä jatkamisesta ja tarkkaillaan projektin suorituskykyä liittyen esimerkiksi kustannustenhallintaan. Hybridimalli (kuva 16, s. 48) yhdistää ketterän kehittämisen ja vaiheporttimallin ja toimii pohjana tutkimuksessa esitetylle suunnittelutehtävien hallinnan mallille, joka esitellään kappaleessa 4.1.3.

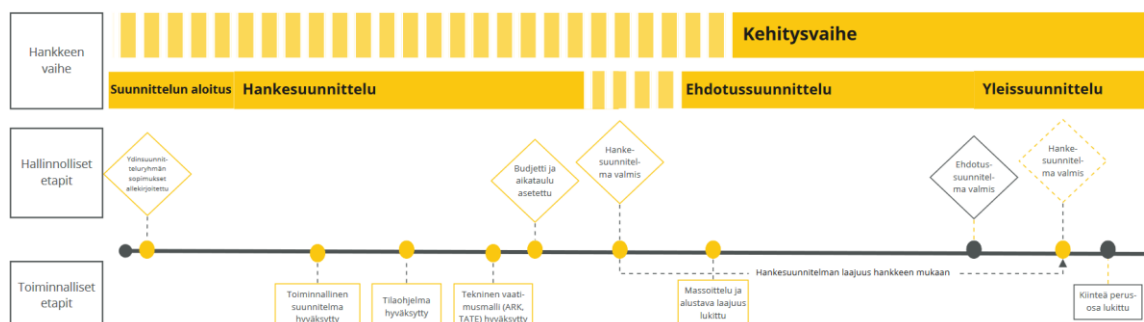
## 4.1 Prosessikuvaus

Prosessikuvaus koostettiin yhdistämällä kirjallisuuskatsauksen ja empirian havaintoja. Prosessikuvauksen kehittämisessä hyödynnettiin työn kirjallisuuskatsauksen eri kuvauksia suunnittelusta, kuten RT-kortiston tehtäväluetteloita, sekä esimerkiksi



Veidekken yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin pääelementit (kuva 5, s. 22), lean-projektintoimitusjärjestelmä (kuva 6, s. 24), lean-suunnittelu (kuva 7, s. 26), ketterä suunnittelujohtaminen (Demir & Theis 2016), lean-tuotekehitys (mm. Liker & Morgan 2006, Lostuvali et al. 2012, Thyssen et al. 2008), ketterä vaiheporttimalli (Cooper 2017, s. 193). ja rakennusprosessin hallintamalli (Hjelmbrekke et al. 2017). Kirjallisuuskatsauksen lisäksi prosessikuvauksen ja suunnitteluprosessin ohjaukseen on tuotu empiriaosuudessa nousseita etappeja, moduulikokonaisuuksia ja toimintatapoja sekä IPT2-pelikirjassa (Vison & Rakli 2019) esitettyjä kehitysvaiheen tehtäviä.

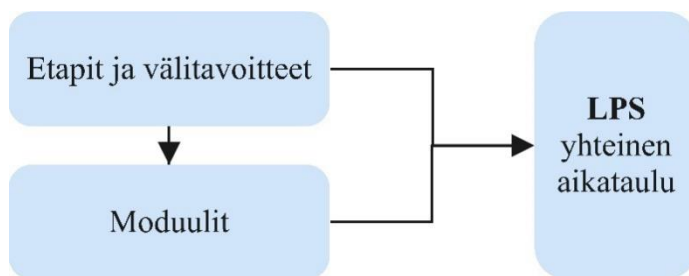
Prosessi on luotu yhteistoiminnallisille rakennushankkeille, jolloin mallissa on oletuksena, että toteutusmuotona on allianssi tai jokin muu integroitu projektitoimitus. Lisäksi oletetaan, että ennen suunnittelun aloitusta tilaaja on asettanut tavoitteet sekä suunnittelun kilpailutus ja hankintapäätös tehty. Esitetty prosessikuvaus on jaettu kolmeen osaan: suunnittelun aloitus, hankesuunnittelu ja kehitysvaihe. Kehitysvaiheeseen kuuluvat RT-kortiston tehtäväluetteloiden ehdotus- ja yleissuunnittelu, myös toteutussuunnittelua on kuvattu hieman prosessikuvassa, kuitenkin pääpaino prosessissa on hanke-, ehdotus- ja yleissuunnittelussa. Suunnitteluprosessin etapeiksi on nostettu työn kirjallisuuskatsauksessa ja empiriassa tunnistettuja etappeja. Prosessissa näkyvät hankkeen vaihe, hallinnolliset ja toiminnalliset etapit, esimerkkitehtäviä ja -moduuleja sekä pääteemat ja toimintatapoja eri vaiheissa. Prosessikuvauksessa esitetyt tehtävät ja moduulit ovat esimerkkejä, jotka on tutkimuksen perusteella pyritty asettamaan ajallisesti oikein, kuitenkin ajallisesti tehtävien paikat voivat hankkeissa vaihdella.



Kuva 22. Hankkeen vaiheen sekä hallinnollisten ja toiminnallisten etappien kuvaus prosessikuvauksessa.

Kuva 22 on osa prosessikuvausta, jossa näkyy hankkeen vaiheen ja etappien kuvaus prosessikuvauksessa. Kehitysvaiheen alun katkoviiva kuvastaa, kuinka hankkeissa on voitu aloittaa kehitysvaihe eri vaiheissa. Myös hankesuunnittelun ja ehdotussuunnittelun välissä oleva katkoviiva kuvaa sitä, kuinka hankesuunnitelmat voivat olla eri laajuisia hankkeen mukaan. Prosessikuvaus on kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Prosessikuvauksen tavoitteena on toimia pohjana ja esimerkkinä suunnittelunohjaukseen, jonka avulla hankkeissa voidaan suunnitella toimiva suunnitteluprosessi. Prosessikuvaus perustuu toimintatapaan (kuva 23), jossa suunnitteluryhmä yhdessä tunnistaa aluksi hankkeen tärkeät suunnitteluprosessin etapit ja välitavoitteet, minkä jälkeen työskentelyssä tunnistetaan keskeisiä monialaisia tehtävämoduuleja, joiden kautta aikataulutetaan suunnittelutyötä. Aikataulutuksen tukena voidaan hyödyntää DSM-matriisia (kuva 11, s. 36) tunnistamaan tehtävien välisiä riippuvuuksia.



Kuva 23. Suunnitteluprosessin yhteisen aikataulutuksen prosessi.

#### 4.1.1 Suunnittelun aloitus

Suunnitteluprosessin aloitusvaiheessa määritellään integraatiosuunnitelma, hankkeen erityisvaatimukset ja toimintatavat. Lisäksi suunnittelun aloituksessa määritellään suunnitteluprosessiin liittyvää päätöksenteon prosessia.

Integraatiosuunnitelma sisältää kuvauksen siitä, missä vaiheessa hankkeeseen integroidaan ketkäkin palveluntuottajat, miten palveluntuottajat hankitaan, millaisessa roolissa he ovat hankkeessa, ja kuinka integrointi toteutetaan. Integraatiosuunnitelman tarkoituksena on tunnistaa, milloin hankkeessa tarvitaan mitään osaamista. Suunnittelussa voidaan jakaa palveluntuottajat kolmeen tasoon: ydinsuunnitteluryhmä, asiantuntijatehtäviin sekä toteuttajiin. Ydinsuunnitteluryhmä hankitaan yleensä

ensimmäisenä, sisältäen yleensä arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelun. Suunnittelun asiantuntijatehtäviä voidaan hankkia hankkeen tarpeiden mukaan hankkeen parhaaksi -periaatteella, näitä voivat olla esimerkiksi paloturvallisuuskonsultti tai akustiikkasuunnittelija. Tarvittavia asiantuntijoita voi olla hankkeessa kymmeniä, riippuen hankkeesta ja tarvittavasta osaamisesta. Asiantuntijoiden hankintaan tulee määritellä toimintatavat ja suunnitella, millaisilla toiminnoilla heidät integroidaan mukaan suunnitteluun. Toteuttajien integrointi suunnitteluun tulee suunnitella sen mukaan, missä vaiheessa toteuttajat tulevat mukaan hankkeeseen ja millaista roolia heiltä halutaan suunnitteluvaiheessa. Aikaisella toteuttajien integraatiolla on saavutettu hyötyjä suunnitteluprosessiin, kun toteuttajat tulevat yhdessä suunnittelemaan toimintaa suunnittelijoiden ja tilaajan kanssa.

Ensimmäisiä etappeja suunnitteluprosessissa on ydinsuunnitteluryhmän sopimusten allekirjoittaminen. Prosessikuvauksen oletuksena on, että ydinsuunnitteluryhmä hankitaan yhdessä sen sijaan, että arkkitehti hankittaisiin ennen muita suunnittelijoita. Tällöin suunnittelutyö voi todella alkaa. palveluntuottajat integroidaan hankkeeseen integrointisuunnitelman mukaan. Yhteistoiminnallisuuden mahdollistaminen toteutetaan yhteistoiminnallisuuden ohjauksella, josta on lisää myöhemmin kappaleessa 4.2.2.

Tilaaja määrittää tavoitteet hankkeelle jo ennen hankinnan käynnistämistä, jolloin hankkeelle pystytään hankkimaan tarvittavaa osaamista. Hankkeen erityisvaatimukset, kuten toiminnallisuuteen tai energiatasoon liittyvät vaatimukset, määritellään ennen suunnittelutyön aloittamista. Hankkeen tavoitteet ja erityisvaatimukset luovat pohjan suunnittelutyölle.

Hankkeessa käytettävät toimintatavat tulee määritellä hankkeen alussa. Suunnittelun toimintatapojen määrittelyssä huomioidaan tavoitteet ja tehdään suunnitelmat eri toimintatapojen käyttöön otosta. Suunnittelun toimintatapoja on eritelty tarkemmin kappaleessa 4.2.2 ja prosessikuvauksessa. Suunnittelun pääteemoihin liittyviä prosesseja ja tehtäviä on eritelty kappaleessa 4.2.1 ja prosessikuvauksessa.

#### 4.1.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaihe käynnistää hankkeen suunnittelun. Hankesuunnittelun laajuudessa voi olla hankkeissa eroja, esimerkiksi tarvittavan suunnitelman tarkkuustasoon liittyen. Yleisesti hankesuunnitelman tavoitteena on määrittää rakennettavalle kokonaisuudelle konsepti ja muodostaa hankkeen budjetti ja aikataulu. Hankesuunnitteluvaiheen etappeihin kuuluvat tilaajan päätöksentekoon liittyvät toiminnallisen suunnitelman hyväksyntä ja tilaohjelman hyväksyminen, teknisen vaatimusmallin hyväksyntä, hankkeen budjetin ja aikataulun asetus ja hankesuunnitelman hyväksyntä.

Konseptin määrittämiseen liittyvät tehtävät riippuvat hankkeesta. Sellaisissa hankkeissa, joissa toiminnallisuus on suuressa osassa, tulee tässä vaiheessa käydä käyttäjän ja tilaajan kanssa toiminnallinen suunnitelma, käyttäjien tarpeet, tilojen käyttötarkoitukset, niiden tarpeet ja niiden väliset läheisyysriippuvuudet. Mikäli kohde on esimerkiksi tuotantolaitos, jossa prosessi on suuressa osassa rakennuksen suunnittelua, tulee suunnittelu tehdä prosessin vaatimusten perusteella. Tällöin prosessi on usein myös paremmin tunnettu kuin hankkeissa, joissa käyttäjiä on useita ja heidän tarpeensa ovat erilaisia.

Suunniteltavien tilojen toiminnalliset vaatimukset ja tilaajan tavoitteet luovat lähtökohdat ja tärkeät lähtötiedot suunnittelulle. Lean-ajattelun mukaisesti voidaan suunnitella arvoa asiakkaalle, kun asiakkaan, eli tilaajan ja käyttäjän, tarpeet ovat tiedossa. Toiminnalliset vaatimukset tunnistetaan työpajoissa, joissa on mukana käyttäjiä, suunnittelijoita ja tilaajan edustajia, jolloin ne voidaan kääntää teknisiksi vaatimuksiksi suunnitteluun.

Tavoitteet tulee käydä läpi hankkeen osapuolien kanssa ja kehittää niitä tarvittaessa yhteistyössä. Tavoitteisiin liittyvät muuntojoustotavoitteet, laatu- ja laajuustavoitteet. Tavoitteiden tulee olla ymmärrettävissä kaikille hankkeen osapuolille, jotta ne ohjaavat suunnittelua. Tavoitteiden määrittämisessä tulee hyödyntää hankkeen monipuolisia osajia, jolloin tavoitteet ovat konkreettisia, realistisia niin toteutuksen kuin kustannusten näkökulmasta. Tavoitteiden saavuttamiseksi hankkeessa noudatetaan TVD-prosessia.

Hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan hankkeelle budjetti ja aikataulu. Suunnittelun alussa luodaan suunnittelun vaiheaikataulu. Aikataulutuksessa etappien tavoiteajat tulee yhdistää tilaajan päätöksentekoprosessin kanssa jo alkuvaiheessa. Myös esimerkiksi allianssin johtoryhmän päätöksentekoprosessi tulee olla selkeä, jotta päätökset saadaan suunnittelulle ajallaan ja aikataulutetut etapit saavutetaan. Alustavat kustannusarvioit ja hankkeen budjetti hankesuunnittelussa muodostetaan TVD-prosessin mukaisesti. Kustannuksia tarkastellaan kehitysvaiheen aikana tehden TVD-prosessin mukaisesti tavoitekustannusarvioita. Tavoitekustannus asetetaan yhdessä kehitysvaiheen lopuksi. (Vison & Rakli 2019)

Hankesuunnittelu on perinteisesti arkkitehtipainotteinen vaihe suunnittelussa, mutta arkkitehti luo suunnitelmia yhteistyössä muiden suunnittelijoiden, varsinkin rakenne- ja talotekniikkasuunnittelun kanssa. Talotekniikan ratkaisut vaikuttavat suuresti kustannuksiin, joten talotekniikan rooli hankesuunnitteluvaiheessa on tärkeä kustannustavoitteen määrittelyssä.

#### **4.1.3 Kehitysvaihe**

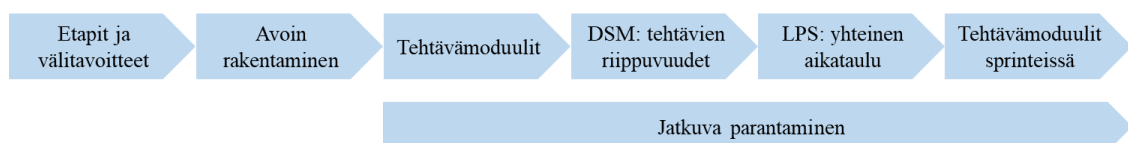
Kehitysvaiheen päätteeksi asetetaan TVD-prosessin mukaan hankkeen tavoitekustannus, johon sisältyy allianssissa korvattavat kustannukset, allianssipalkkio, riskivaraukset ja mahdolliset tilaajan allianssikustannukset (RT 103199 2020; Vison & Rakli 2019). Kehitysvaiheen jälkeen esitetyssä prosessissa hankkeessa alkaa toteutusvaihe, jolloin suunnitellaan toteutussuunnitelmat ja aloitetaan toteuttaminen.

Kehitysvaiheen aluksi suunnitteluryhmä kokoontuu tunnistamaan ja asettamaan kehitysvaiheen etappeja ja välitavoitteita aikatauluun. Kehitysvaiheen etappeja ovat esimerkiksi ehdotus- ja yleissuunnitelmien hyväksyntä, kiinteän perusosan lukitus, muuntuvien tilaosien lukitukset, tavoitekustannuksen asettaminen, toteutusvaiheen sopimusten allekirjoittaminen ja päätös toteutusvaiheeseen siirtymisestä. Tämän lisäksi rakennuslupa on yksi hallinnollinen tavoite kehitysvaiheessa. Etapeissa voidaan yhteensovittaa järjestelmiä sekä tarkastella ratkaisuja kustannusten näkökulmasta. IPT2-pelikirjan (Vison & Rakli 2019) kehitysvaiheen tehtävistä voidaan tehtäviksi allianssihankkeissa lisätä arvoa rahalle -raportin tekeminen.

Kehitysvaihe voidaan jakaa heti alussa pienempiin kokonaisuuksiin. Esimerkiksi hankkeessa, joissa rakennetaan kolme erillistä rakennusta, voidaan tehdä kolme erillistä kehitysvaihetta, jolloin rakentaminen voidaan aloittaa vaiheittain. Viimeistään kehitysvaiheen alussa tulee jakaa suunniteltava rakennus tai suunnitellut rakennukset avoimen rakentamisen periaatteiden mukaisesti kiinteään perusosaan, puolikiinteään ja muuntuvaan tilaosaan.

Etappien tunnistaminen ja asettaminen sekä suunnittelun jakaminen osakokonaisuuksiin tuo suunnitteluun tahtia. Avoimen rakentamisen jaottelun myötä voidaan suunnitteluprosessin työtehtäviä jakaa tehtävämoduuleihin. Moduulikokonaisuuksia suunnittelussa muodostetaan yhdistämällä suunnittelutehtäviä monialaisiin kokonaisuuksiin, joita voidaan työstää osittain erillään muusta suunnittelusta. Esimerkkejä tehtävämoduuleista on esitetty taulukossa 3. Moduulit tulee tunnistaa hankekohtaisesti, käyttäen apuna esitettyjä esimerkkimoduuleja, suunnittelijoiden asiantuntemusta sekä tarvittaessa esimerkiksi Talo 2000 -hankenimikkeistön tehtäväkokonaisuuksia. Suunnittelun tehtävät jaetaan tällöin suurista kokonaisuuksista pienempiin kokonaisuuksiin, jolloin moduuleja tai muita määriteltyjä tehtäväkokonaisuuksia pystytään hallinnoimaan ja ohjaamaan paremmin kuin suuria kokonaisuuksia. Suunnittelun jakaminen pienempiin kokonaisuuksiin helpottaa suunnittelunohjausta sekä parantaa suunnittelun virtausta (Macomber *et al.* 2012).

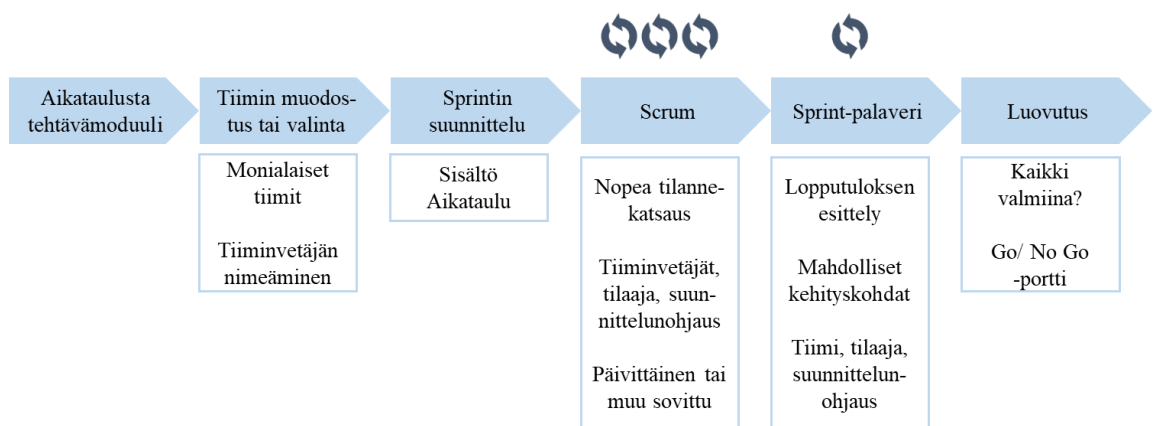
Suunnitteluprosessin kehittämiseksi hankkeessa voidaan jaksottaa prosessin kehittämistä esimerkiksi kahdessa tasossa. Ensimmäisessä tasossa otetaan käyttöön suunnittelutehtävien aikataulutukseen avoimen rakentamisen ja moduulijaottelun käytänteet sekä yhteinen LPS-aikataulus. Hankkeissa, joissa suunnitteluprosessin hallinta on jo kehittyneellä tasolla, voidaan kehittämisen tueksi ottaa käyttöön toisen tason, koko kuvien 24 ja 25 mukainen toimintatapa. Toisessa tasossa voidaan tähän toimintaan yhdistää DSM-matriisin ja scrum-mallin käyttö.



Kuva 24. Kehitysvaiheessa suunnitteluprosessin tehtävien hallinta.

Suunnittelun aikatalutus aloitetaan ylätason tavoitteista, etapeista ja välitavoitteista ja hankkeeseen mahdollisesti liittyvistä rajoitteista, kuten milloin kehitysvaihe päättyy tai mihin hallituskäsittelyyn suunnitelmien tulee olla jollain tietyllä tasolla. Kuvassa 24 on eritelty yleisellä tasolla suunnittelutehtävien aikataulutusta kehitysvaiheessa. Avoimen rakentamisen jaottelu on oletettu pysyvän samana hankkeen ajan. Tehtävämoduulien tunnistamisen jälkeen niiden ja niiden ulkopuolelle jäävien tehtävien välisiä riippuvuuksia tietyssä vaiheessa voidaan tarvittaessa selvittää DSM-matriisin avulla (kuva 11, s. 36). DSM-matriisin kautta tarkastelu auttaa myös yhteistä aikatauluttamista LPS-menetelmällä, kun tehtävien järjestystä on tarkasteltu tätä ennen.

Kuvan 24 jatkuvan parantamisen nuolella kuvataan sitä, kuinka niin tehtävämoduuleja, tehtävien riippuvuuksia, aikataulua kuin myös sprinteissä toimimista kehitetään jatkuvasti, ja niiden kautta pystytään oppimaan toimimaan paremmin läpi hankkeen. Jatkuva parantaminen kuvaa myös prosessissa tapahtuvaa iteraatiota tehtävien aikataulutuksessa. Jatkuvaan parantamiseen hankkeessa liittyy myös kustannusten hallinta. Kustannusnäkemys tulee olla jatkuvasti mukana suunnittelussa. Suunnittelussa tarkastellaan sekä investointi- että elinkaarikustannuksia.



Kuva 25. Kehitysvaiheessa suunnittelun ketterä prosessirakenne.

Kuva 25 kuvastaa pääpiirteittäin ehdotettua toisen tason suunnittelun ketterää prosessirakennetta. Tällöin sovitaan yhteisesti käytettävä sprintin pituus, roolitukset, sprint- ja scrum-palavereiden toistuvuus, rakenne ja toimintatavat. Sprintin pituudet voivat vaihdella moduulin sisällön mukaan, mutta jakamalla sprintit esimerkiksi viikon tai kahden tahtiin, pysyy tilannekuva hyvänä, ja pystytään suunnittelun aikataulua

tekemään kattavan informaation perusteella. Tällöin pyritään lisäämään suunnittelun läpinäkyvyyttä, eivätkä tiedot jää jakamatta.

Suunnittelun tehtävämoduuleille muodostetaan eri alojen suunnittelijoista monialainen tiimi, joka suunnittelee kokonaisuuden sprintissä. Monialaisten tiimien muodostamisen yhteydessä tiimistä valitaan tiiminvetäjä, joka edustaa tiimiä scrum-palaverissa, joita voidaan järjestää nopeina tilannekatsauksina yhdessä suunnittelunohjauksen ja tilaajan kanssa esimerkiksi päivittäin. Esimerkiksi julkisivumoduulin suunnitteluun voidaan muodostaa tiimi, joka koostuu arkkitehdistä, rakennesuunnittelijasta ja talotekniikkasuunnittelijasta. Tämä tiimi suunnittelee yhdessä vaihtoehtoisia julkisivuratkaisuja, käy vaihtoehdot läpi CBA-menetelmän (kuva 10, s. 35) avulla ja valitsee niistä toimivimman, tavoitteet täyttävän ratkaisun.

Iteraatiot kuvassa kuvastavat suunnitelmien kehittämistä scrum-palavereiden välissä sekä kommunikointia käyttäjien ja tilaajien kanssa. Sprint-palaverit järjestetään sprintin lopuksi, jolloin tiimi esittelee lopputuloksen tilaajan ja käyttäjien edustajille. Mikäli lopputuloksessa on vielä kehitettävää, jatkaa tiimi työskentelyä, mutta mikäli lopputulos hyväksytään, luovutetaan suunnitelmat, ja tiimi taas jatkaa toisissa suunnittelutehtävissä. Luovutusvaiheessa yhtensovitetään tehdyt suunnitelmat muuhun suunnitteluun. Tavoitteena on pitää suunnitteluprosessissa tilaaja ja käyttäjät mukana tilannekatsausten avulla, jotta mahdollisia muutoksia voidaan pyytää suunnitelmiin pienellä kynnyksellä ja kustannusvaikutuksilla, jolloin voidaan vähentää muutosten tarvetta myöhemmässä vaiheessa.

## 4.2 Suunnitteluprosessin ohjaus

Prosessikuvassa (liite 2) on kuvattu suunnitteluprosessin pääteemoja ja toimintatapoja ajoittamalla hankkeen vaiheen mukaan suositeltavia tehtäviä. Pääteemat ovat Toimintatavat on jaettu kahteen osioon: jatkuvaan TVD-prosessiin sekä tiedonhallintaan ja tietomallinukseen. Kuvassa 26 näkyy prosessikuvauksesta suunnittelun aloituksen, hankesuunnittelun sekä kehitysvaiheen alun pääteemoja ja toimintatapoja. Toimintatapojen kuvauksen tavoitteena on tuoda esimerkinomaisesti konkreettisia toimia, miten suunnitteluprosessia voidaan ohjata ja kehittää.



Pääteemat	Yhteistoiminnallisuus	Laaditaan integraatiosuunnitelma. Big room -toiminta: määritellään tavoitteet, suunnittelu ja toiminnan käynnistäminen.	Käynnistetään yhteistoiminnallinen aikataulu (LPS). Määritetään suunnittelun yhteistoiminnalliset toimintatavat ja palaverikäytännöt. Tutustutetaan toimijat toisiinsa.	LPS pidetään viikoittain tai muuten sovitusti. Määritetään yhteiset työpajatarpeet tarvepohjaisesti LPS:n yhteydessä. Työpajat ovat osallistavia, hyvin suunniteltuja ja johtavat selkeisiin jatkotoimenpiteisiin.	
	Virtaus ja ketterä prosessi	Jaetaan hankkeen kehitysvaihe tarvittaessa osiin. Suunnitellaan ketterän kehittämisen soveltaminen hankkeeseen.	Jaetaan hankesuunnitteluvaiheen tehtäviä tilaosittain pienentäen suunnittelun erakkoa. Voidaan jakaa suunnittelua jo moduulien kautta.	Suunnitellaan tahtituotannon periaatteiden soveltaminen hankkeessa ja toimenpiteet kehitysvaiheessa.	Tunnistetaan kehitysvaiheen etapit ja suunnittelun välitavoitteet. Jaotellaan suunnittelun tehtäviä avoimen rakentamisen ja moduulijähtelun kautta.
	Lean: jatkuva parantaminen	Kehitetään toimijoiden yhteistä ymmärrystä lean-ajattelusta ja suunnitellaan sen jalkauttaminen projektioirganaatioon.	Sovitaan standartoitavista toimintatavoista ja jatkuvan parantamisen systemaattisesta toteuttamisesta. Toimintatavat A3, SBD ja ICE mukana suunnittelussa alusta lähtien.		Tunnistetaan hankesuunnitteluvaiheen hyviä toimintatapoja sekä kehityskohtia ja kehitetään toimintaa kehitysvaiheeseen.
Toimintatavat	Jatkuva TVD-prosessi	Kuvataan hankkeen TVD-prosessi ja aloitetaan käyttöönotto suunnitelman mukaan. Varmistetaan kustannushallinnan tarvittavat resurssit.	Hankkeen tavoitteet kirkastetaan suunnittelussa ja muodostetaan vaihtoehtokriteeristö (CBA) suunnitteluun.	Suunnitellaan TVD-prosessiin keskeisesti liittyvien prosessien toteutus ja integrointi toimintaan (esim. jatkuva kustannushallinta, riskit ja mahdollisuudet).	
	Tiedonhallinta ja tietomallinnus	Määritellään hankkeen tiedonhallinnan strategia sekä laaditaan CAD- ja tietomallinnusohjeet suunnittelualojen yhteistyössä.	Varmistetaan toimiva yhteydenpito, kuten yhteinen kommunikointikanava, virtuaalinen työnohjaus ja mahdollinen virtuaalinen LPS-aikataulu. (esim. Teams-kanava + Smartsheet)	Määritellään yhteensovittamisen käytännöt. Hyödynnetään suunnitelmien yhteensovituksessa tarvittavia teknologioita.	Käynnistetään hankkeen tilannekuvan m m. TVD-prosessin ja päätöksenteon ka Valitaan tilannekuvan jakoon toimiva ja

Kuva 26. Pääteemat ja toimintatapoja prosessikuvauksessa.

Hankkeen edetessä niin pääteemojen kuin toimintatapojen prosessit ja tehtävät kehittyvät hankkeelle sopiviksi, mahdollistaen arvon tuottamisen asiakkaalle. Suunnittelun aloituksessa toiminta suunnitellaan konseptitasolla määritellen toiminnan tavoitteita ja käyttöönottoa. Prosessikuvauksessa pyritään kronologisesti kuvaamaan toimintatapojen kehitys hankkeen aikana. Jatkuvan parantamisen oppien mukaisesti hankkeessa jatkuvasti tunnistetaan hyviä toimintatapoja ja kehityskohtia, joiden pohjalta kehitetään ja syvennetään toimintaa.

#### 4.2.1 Suunnitteluprosessin pääteemojen tehtävät

Prosessikuvassa suunnittelunohjauksen pääteemat, yhteistoiminnallisuus, virtaus ja ketterä prosessi ja lean: jatkuva parantaminen, on kuvattu prosessikuvauksessa niihin liittyvien tehtävien kautta.

Onnistunut yhteistoiminta voi vähentää suunnittelun negatiivista iteraatiota kehittämällä eri toimijoiden välistä kommunikointia, yhteisillä tavoitteilla ja osallistamisella. Suunnittelunohjauksella voidaan kehittää ja motivoida eri yrityksistä tulevien suunnittelijoiden välistä yhteistyötä. Organisoimalla toimijoita monialaisiin tiimeihin suunnittelunohjaus mahdollistaa toimivaa yhteistyötä ja arvon tuottamista. Tämän lisäksi tulee varmistaa, ettei suunnittelun aikana tule vastakkainasettelua esimerkiksi suunnittelijoiden ja toteuttajien välillä, vaan hankkeessa työskennellään yhteistoiminnallisessa hengessä hankkeen parhaaksi alusta loppuun saakka.

Last Planner ja Big Room ovat yhteistoiminnallisuuden kehittämisessä suuressa roolissa, ja ne otetaan käyttöön suunnittelussa aikaisessa vaiheessa. palveluntuottajien integrointi hankkeeseen ja sen toimintatapoihin mahdollistetaan tutustuttamalla heidät

heti alussa muihin suunnittelun ja hankkeen osapuoliin. LPS ja Big Room -työskentely tuo eri osapuolet yhteen, antavat heille kohtaamispaikan, jossa he voivat yhteisesti esimerkiksi tehdä aikataulutusta, suunnitella eri alojen kesken ja ratkaista ongelmia.

Yhteistyötä tarvitaan useiden eri sidosryhmien kesken, mikä vaatii suunnittelunohjauksessa panosta eri osapuolten tutustuttamiseen, mahdollistaen yhteistoiminnallisen työskentelyn, jolloin vähennetään kommunikoinnin epäselvyyksiä. Suunnitteluprosessin ohjaukseen tulisi olla hankkeessa nimettynä vastaava henkilö, jolla on tarvittava osaaminen kokonaisvaltaiseen suunnitteluprosessin ohjaukseen. Suunnitteluprosessin kehittämisessä suunnittelunohjauksen ja tilaajan rooli on tärkeä esimerkin näyttämisessä, uusien toimintatapojen implementoinnissa sekä niiden hyvässä toteutumisessa. Lähtökohtana suunnittelun kehittämiselle ja toimivien toimintatapojen onnistumiselle on tilaajan tarve. Tilaajan tulee vaatia toimijoilta mahdollisesti uusia toimintamalleja, jotta suunnittelun kehittämiseen voidaan hankkeessa panostaa ja siitä saadaan hankkeessa hyötyjä.

Leanin ja jatkuvan parantamisen tehtäviä suunnittelun aloituksesta lähtien ovat yhteisen ymmärryksen varmistaminen, lean-ajattelun jalkauttaminen ja toimintatavoista sopiminen. Suunnittelun osapuolien kannustaminen jatkuvaan parantamiseen mahdollistaa sen tuomat hyödyt esimerkiksi kustannussäästöihin. Jatkuvan parantamisen mukaisesti toimintaa seurataan ja kehitetään toimintaa. Lean-toimintatapoihin liittyvät erilaiset työssä esitelty toimintatavat, kuten A3, SBD, ICE ja DSM-matriisi. Lean-suunnittelun (kuva 7, s. 26) periaatteet ovat tärkeä lähtökohta suunnittelun ohjaukseen. Tällöin työtä ei tehdä vain omaa osuutta optimoiden, vaan jokapäiväisessä suunnittelussa pyritään ottamaan huomioon suunnittelun vaikutukset niin muihin suunnittelualoihin kuin myös esimerkiksi hankintaan, logistiikkaan ja rakentamiseen.

Virtaus ja ketterä kehittäminen prosessikuvauksessa pohjautuvat kappaleessa 4.1.3 esitettyyn suunnittelun tehtävien ketterän hallinnan prosessiin. Lisäksi prosessikuvaukseen on tuotu tahtituotannon käyttöönotto asteittain kehitysvaiheessa. Hankesuunnitteluvaiheessa suunnitellaan tahtituotannon soveltaminen hankkeeseen ja sen tuomat toimenpiteet kehitysvaiheeseen. Viimeistään toteutussuunnittelussa toteutuksen tahtisuunnitelman pohjalta luodaan tahtiaikataulu suunnittelulle.

#### 4.2.2 Suunnitteluprosessin toimintatavat

Mallin toimintatapojen perustana toimivat yhteistoiminnallisuus, jatkuva parantaminen ja ketteryys. Tämä tarkoittaa päivittäisessä suunnittelutyössä sitä, että suunnittelijat työskentelevät monialaisesti yhteen hiileen, työskentelytapojen toimivuutta arvioidaan ja kehitetään tarvittaessa ja mahdollistetaan suunnittelussa toimiva tiedonkulku ja suunnittelun virtaus. Työskentelyssä hyödynnetään yhteisissä tiloissa työskentelyä, tehdään aikataulua yhdessä sekä ylläpidetään toimintatapoja ja tarvittaessa pidetään työpajoja toiminnan kehittämiseksi.

Tärkeäksi osaksi suunnittelun kehittämistä varsinkin haastatteluissa nousi jatkuva kustannustenhallinta, joka voidaan toteuttaa TVD-prosessin (kuva 12, s. 40) avulla. Toimivan ja onnistuneen TVD-prosessin takaamiseksi varmistetaan hankkeessa tarvittava kustannustietämys heti alusta lähtien. Thyssen *et al.* (2008) mukaan kokeneet toimijat pystyvät kustannusymmärryksellään nopeuttaa kustannusten määrittelyä. Tavoitekustannuksen asettamisessa tulee olla laajasti monialaista kokemusta rakennushankkeista, jotta tavoitekustannuksesta saadaan kehitysvaiheen lopuksi oikean suuruinen. Tavoitteiden asettamisessa tulee huomioida niiden aiheuttamat realistiset kustannusvaikutukset sekä pitää tarkastelussa mukana niin investointi- kuin elinkaarikustannukset.

TVD-prosessi kuvataan ja suunnitellaan sen käyttöönotto suunnittelun aloituksessa. Tilaajan tavoitteet ja yhdessä hankesuunnitteluvaiheessa asetetut tavoitteet kirkastetaan hankesuunnittelun aikana, sekä muodostetaan CBA-valintamenettelyn prosessin (kuva 10, s. 35) kriteeristö. TVD-prosessiin liittyvät prosessit, kuten jatkuva kustannustenhallinta sekä riskien ja mahdollisuuksien tarkastelu, tulee kuvata ja integroida toimintaan mukaan.

Integroiduissa projektitoimituksissa jaetaan riskit osapuolien kesken. Tällöin hankkeen riskit ja mahdollisuudet tulee tunnistaa ja arvioida yhdessä hankkeen alussa. Tunnistettujen riskien hallinnan tavoitteena on vähentää riskien toteutumista tai niiden toteutumisesta aiheutuvia haittoja. Kehitysvaiheen lopussa asetettavaan tavoitekustannukseen tulee selkeästi määritellä riskit, mitkä riskit ovat tilaajan ja mitkä allianssin vastuulla. (Vison & Rakli 2019)

Prosessikuvauksessa jatkuvana toimintatapana on myös tiedonhallinta ja tietomallinnus. Tietomallintamisen rooli yhteistoiminnallisessa suunnittelussa on korostunut tutkimuksessa niin kirjallisuuskatsauksessa kuin haastatteluissa jokapäiväisessä suunnittelutyössä. Useiden eri toimijoiden väliselle yhteistyölle tarvitaan toimivat alustat ja kohtaamispaikat. Alustoiden kautta pyritään takaamaan informaation luonteva kulku, jolloin suunnittelussa tiedetään, missä vaiheessa suunnitelmat ovat, mihin tarvitaan heiltä panosta tai keiltä voivat pyytää apua suunnitteluun. Informaation kulun kehittämiseksi suunnittelussa tulisi huomioida toimiva suunnitelmien yhteensovitus, tietomallinnus ja lähtötietojen sujuva virtaus hankkeessa. Toimivat työskentelytavat mahdollistavat toimivan kommunikoinnin, jolloin esimerkiksi talotekniikan tarvitsemat lähtötiedot eivät jää rakennesuunnittelun omiin tietoihin, vaan tieto kulkee eri suunnittelijoiden ja muiden hankkeen osapuolten välillä. Tunnistettuja suunnittelun tarpeita eri osapuolilta on eritelty kappaleen 3.2.6 taulukossa 2. Kommunikoinnin haaste liittyen asiantuntijoilta tarvittaviin tietoihin tai esimerkiksi julkisen hallinnon päätöksentekoprosessiin tulee tunnistaa hyvissä ajoin, ja ottaa niiden tuomat mahdolliset viivästykset huomioon suunnittelun aikatauluun.

Järjestelmien yhteensovittaminen on esimerkiksi talotekniikkasuunnittelussa tärkeä osa suunnittelutyötä. Työskentelyssä toimivan etätyöskentelyn mahdollistamiseksi hankkeissa tulee ottaa käyttöön toimivat kanavat ja ohjelmistot, jotta esimerkiksi Big Room -toiminta ja LPS-aikataulutus voidaan toteuttaa virtuaalisesti. Tietomallinnuksen avulla voidaan kehittää suunnittelunohjausta ja suunnitelmien yhteensovitusta. Tiedonhallintaan ja tietomallinnukseen liittyy myös tilannekuvan muodostaminen ja jakaminen.

## 5 YHTEENVETO

### 5.1 Tutkimuksen tulokset ja kontribuutio

Tässä työssä tutkittiin yhteistoiminnallisten rakennushankkeiden suunnitteluprosessin alkuvaiheiden ohjaamista ja virtausta. Suunnitteluprosessia on kuvattu Suomessa esimerkiksi yleisten ohjeiden, kuten tehtäväluetteloiden ja määräysten kautta. Haastatteluissa huomattiin, viime aikoina on käytännön toteuttamisessa tullut muutoksia olemassa olevien yleisten tehtäväluetteloiden sisältöihin ja vaiheisiin. Yhteistoiminnalliset toteutusmuodot ja aikainen integraatio ovat kehittäneet Suomen rakennusalaan, mutta suunnitteluprosesseissa on havaittu haasteita esimerkiksi tiedonkulussa ja negatiivisessa iteraatiossa. Suunnitteluprosessin haasteiden taklaamiseksi niin Suomessa kuin maailmalla on viime vuosina tutkittu ja kehitetty suunnitteluprosessia. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli paneutua varsinkin suunnitteluprosessin alkupäähän, jossa on havaittu hukkaa ja muita haasteita liittyen esimerkiksi kommunikointiin ja suunnitelmien toteutettavuuteen.

Diplomityön kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli tunnistaa kirjallisuudesta, miten suunnitteluprosessi etenee, miten sitä voidaan kehittää ja moduloida. Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa käytiin laajasti läpi eri aiheita liittyen rakennushankkeiden suunnitteluun ja sen kehittämiseen. Kirjallisuuskatsauksessa tunnistettiin kolme pääteemaa yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin kehittämiseksi: integraatio, arvo ja virtaus.

Kirjallisuuskatsauksen tulosten pohjalta luotiin empiriaosuuden haastattelukysymykset. Empiriaosuuden tavoitteena oli tunnistaa suunnitteluprosessin etappeja, suunnittelutehtävien moduuleja ja yhteistoiminnallisia ja ketteriä toimintatapoja. Etappeja tunnistettiin niin hallinnollisia, kuten tilaajan päätöksentekoon liittyviä, kuin toiminnallisia, suunnitelmien valmiuteen liittyviä etappeja. Haastatteluissa esille nousseet suunnittelun tehtävämoduulit yhdistettiin taulukkoon 3 (s. 74). Haastatteluissa tuli runsaasti kokemuksia liittyen yhteistoiminnallisiin toimintatapoihin suunnittelussa, esimerkiksi yhteisissä tiloissa työskentelyyn ja palaverikäytänteisiin.

Kirjallisuuskatsauksen ja empirian tulosten pohjalta kehitettiin tutkimuksen tulos, yhteistoiminnallisen suunnittelun prosessikuvaus, joka on tarkemmin kuvattu luvussa 4. Tuloksen tavoitteena oli esittää tutkimuksen pohjalta, miten yhteistoiminnallinen suunnitteluprosessi tulisi edetä ja miten sitä voidaan hallita.

Tutkimuksen tuloksena kehitetty prosessikuvaus pohjautuu kolmeen tunnistettuun suunnitteluprosessin kehittämisen pääteemaan: yhteistoiminnallisuuteen, leaniin ja jatkuvaan parantamiseen, virtaukseen ja ketterään prosessiin. Tuloksen tavoitteen saavuttamiseksi prosessikuvaus sisältää tunnistettuja etappeja, esimerkkimoduuleita, -tehtäviä sekä vaiheittain toimintatapoja liittyen mainittuihin pääteemoihin ja TVD-prosessiin sekä tiedonhallintaan ja tietomallinnukseen.

Työn tulos pohjautuu siihen, että suunnitteluprosessissa tehtäviä aikataulutetaan yhteistoiminnallisesti. Työssä ehdotetaan suunnittelun aikataulukseen toimintatapaa, jossa suunnitteluryhmä tunnistavat aluksi yhdessä tärkeät suunnitteluprosessin etapit ja välitavoitteet, joiden tavoittamiseksi tunnistetaan ja aikataulutetaan hankkeen keskeiset suunnittelun tehtävämoduulit. Tehtävien välisten riippuvuuksien tunnistamiseksi aikataulutuksessa voidaan käyttää DSM-matriisia. Hankkeissa, joissa suunnittelun ohjaus on kehittyneellä tasolla, ehdotetaan suunnittelun kehittämiseksi suunnittelutehtävien tehtävien hallinnan prosessia, jossa suunnittelun tehtävämoduuleja voidaan hallita ketterällä prosessilla.

Tutkimuksen tulos tuo moniulotteiseen rakennushankkeiden suunnitteluprosessiin yhtenäistä prosessikuvausta vastaamaan kirjallisuudessa tunnistettuihin suunnittelun haasteisiin sekä yhteistoiminnallisen suunnitteluprosessin tuomiin lisävaatimuksiin. Tutkimus tuo suunnittelunohjaukseen mallin, jonka kautta suunnitteluprosessia voidaan suunnitella ja ohjata hankkeissa.

## **5.2 Tutkimuksen tarkastelu**

Tutkimustulosten arvioinnissa tarkastellaan tutkimuksen uskottavuutta, siirrettävyyttä, reliabiliteettia ja objektiivisuutta. Tutkimuksen reliabiliteetilla tarkoitetaan

tutkimusprosessin toistettavuutta ja objektiivisuudella tarkoitetaan tutkimuksen vahvistettavuutta. (Denzin 2009)

Tulosten uskottavuudessa voidaan nähdä puutteeksi se, että tuloksia ei tutkimuksessa validoitu erillisellä validointityöpajalla. Tuloksia on arvioitu suunnitteluprosessin asiantuntijoiden kanssa, ja todettu tuloksen olevan tarkoituksenmukainen. Tulosta on sovellettu onnistuneesti käytännössä useamman hankkeen työpajassa, mutta tätä ei ole raportoitu osana tutkimusta. Tarkoituksena on soveltaa tuloksia toiminnassa tulevilla hankkeissa. Tutkimuksen tulos on siirrettävissä ja sovellettavissa yhteistoiminnallisiin rakennushankkeisiin, sillä tutkimuksessa ei tehty suuria rajoituksia tai oletuksia hankkeista. Kuitenkin tutkimuksen haastatteluita tehtiin suhteellisen pienelle joukolle, kahdeksalle henkilölle, joten, vaikka haastateltavilla oli kattava kokemus, on se suhteellisen pieni määrä asiantuntijoita Suomen rakennusosalta. Tutkimuksessa esille nousseita etappeja ja moduuleja voidaan siirtää laajasti eri hankkeisiin.

Tutkimuksen reliabiliteettia on haastavaa arvioida. Tutkimusprosessi on kuvattu hyvin, haastattelukysymykset on esitelty ja haastattelut äänitettiin ja litteroitu analyysiä varten. Samoilla haastattelukysymyksillä voidaan tutkimusta toistettaessa päätyä erilaiseen lopputulokseen riippuen haastateltavien kokemuksista. Yhteistoiminnallisten hankkeiden historia Suomessa on suhteellisen lyhyt verrattuna perinteisimpiin toimintatapoihin, eivätkä hankkeet ole keskenään samanlaisia tavoitteiltaan tai toimintatavoiltaan, jolloin haastattelujen tulokset voivat olla eri haastateltavilla toisistaan poikkeavia. Kirjallisuuskatsaus on kattava, sisältäen laajasti lähteitä erilaisista julkaisuista. Tutkimusaineisto kerättiin kirjallisuudesta, haastatteluista sekä muista alan materiaaleista, kuten ryhmähankkeiden tuloksista.

Tutkimuksen objektiivisuudessa voi olla puutteita, sillä työtä ei validoitu testaamalla mallia täysin käytännössä. Haastattelukysymykset ovat myös voineet ohjata haastateltavien ajattelua tiettyyn suuntaan, ja virtuaaliset haastattelut ovat mahdollisesti vaikuttaneet haastattelun luonteeseen ja luottamuksen rakentamiseen haastattelutilanteessa. Tutkimuksen otannan kasvattaminen ja validointi olisi voinut kasvattaa niin tutkimuksen objektiivisuutta kuin myös uskottavuutta.

### 5.3 Jatkotutkimusaiheet

Diplomityön tuloksena kehitettyä prosessikuvausta tullaan hyödyntämään ja kehittämään jatkossa ottamalla sitä käyttöön hankkeissa suunnitteluun. Tutkimuksen tulosta voisi jatkossa kehittää esimerkiksi tarkentamalla esimerkkitehtäviä ja toimintatapojen määritelmiä. Tutkimuksen tulosta on tarkoitus soveltaa jatkossakin, mutta diplomityön laajuuteen tätä työtä ei sisällytetty.

Diplomityön kohteena olivat pääosin yhteistoiminnalliset IPT- ja allianssihankkeet. Yhteistoiminnallisuutta on tuotu rakennus- ja infra-alalla myös perinteisinä pidettyjen toteutusmuotojen läpivientiin, joten suunnitteluprosessin ohjauksen ja virtauksen kehittämistä voisi jatkossa tutkia myös muissa yhteistoiminnallisuutta käyttävissä hankkeissa, myös infrahankkeissa. Tarkastelun kohteena voisi olla myös se, mikä on ollut motiivina yhteistoiminnallisuuden tuomiseen ja mitä hyötyjä se on tuonut suunnitteluun.

Diplomityö rajattiin koskemaan suunnittelua ennen toteutussuunnittelua, sillä toteutussuunnitteluvaiheessa ja toteutusvaiheessa rakentamisen aikataulu alkaa ohjaamaan vahvemmin suunnitteluprosessia. Yhtenä jatkotutkimusaiheena on mahdollinen myös tahtituotannon ja ketterän kehittämisen soveltamisen tutkiminen suunnitteluprosessissa alkuvaiheista koko hankkeen suunnittelun ajan, sen yhdistämistä toteutuksen tahtituotantoon.



## LÄHDELUETTELO

Aapaoja, A., 2014. Enhancing value creation of construction projects through early stakeholder involvement and integration. Väitöskirja, Oulun yliopisto, tuotantotalous. ISBN 978-952-62-0462-8. 112 s. +liitteet.

Aapaoja, A. & Haapasalo, H., 2014. A framework for stakeholder identification and classification in construction projects. *Open Journal of Business and Management*, 2, s. 43-55.

Aapaoja, A., Herrala, M., Pekuri, A. & Haapasalo, H., 2013. The characteristics of and cornerstones for creating integrated teams, *International Journal of Managing Projects in Business*, 6 (4), s. 695-713.

Aapaoja, A., Suvanto, M. & Haapasalo, H., 2012. Integroivan projektitoimituksen hankintamalli. Tuotantotalouden osaston tutkimusraportteja 12/2012. [verkkodokumentti] Oulun Yliopisto. ISBN 978-952-62-0070-5, ISSN 1459-2428. Saatavissa: <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789526200705.pdf> [viitattu 3.2.2020]. 27 s. (+4s)

Abu-Ibrahim, H. & Hamzef, F., 2017. Design Management: Metrics and Visual Tools. Teoksessa: Walsh, K., Sacks, R., Brikalis, I. (toim.) LC3 2017 Volume II – Proceedings of the 25<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Heraklion, Kreikka. s. 465-473.

Airola, M. & Heikkinen, M., 2013. Askelmerkkejä allianssimuotoiseen yhteistyöhön: Kokemuksia ja esimerkkejä infrarakentamisen hankkeista. [verkkodokumentti] Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Technology, No. 103. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp> [viitattu 3.2.2020]. ISBN 978-951-38-8023-1. 33 s.

Albuquerque, F., Torres, A. S. & Berssaneti, F. T., 2020. Lean product development and agile project management in the construction industry. *Revista de Gestão*.

Ali, R. M. & Deif, A. M., 2014. Dynamic lean assessment for takt time implementation. Teoksessa: 47<sup>th</sup> CIRP Conference on Manufacturing Systems Proceedings: Windsor, Ontario, Canada, 17, s. 577-581.

Anderson, J. S., Morgan, J. N. & Williams, S. K., 2011. Using Toyota's A3 Thinking for Analyzing MBA Business Cases. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 9 (2), s. 275-285.

Arroyo, P., 2014. Exploring decision-making methods for sustainable design in commercial buildings. Väitöskirja, UC Berkeley.

Arroyo, P., Tommelein, I. & Ballard, G., 2014. Comparing weighting rating and calculating vs. choosing by advantages to make design choices. Teoksessa: Kalsaas, B.T., Koskela, L., Saurin, T.A. (toim.), *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction. (IGLC)*, Oslo, Norja. s. 401-412.

Arroyo, P. & Long, D., 2018. Collaborative Design Decisions. Teoksessa: González, V.A. (toim.), *Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC)*, Chennai, Intia, s. 879– 889.

Arroyo, P., Mourgues, C., Flager, F. & Correa, M. G., 2018. A new method for applying choosing by advantages (CBA) multicriteria decision to a large number of design alternatives. *Energy and Buildings*, 167, s. 30-37.

Aziz, R. & Hafez, S., 2013. Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52 (4), s. 679-695.

Ballard, G., 2000a. Positive vs negative iteration in design. Teoksessa: *Proceedings Eighth Annual Conference of the International Group for Lean Construction, (IGLC)*, Brighton, Iso-Britannia. s. 17-19.

Ballard, G., 2000b. The last planner system of production control. Väitöskirja, University of Birmingham.

Ballard, G., 2002. Managing work flow on design projects: a case study. *Engineering Construction and Architectural Management*, 9 (3), s. 284-291.

Ballard, G., 2008. The Lean Project Delivery System: An Update. *Lean Construction Journal*, s. 1-19.

Ballard, G., 2012. Target value design. Teoksessa: DS 70: Proceedings of DESIGN 2012, the 12<sup>th</sup> International Design Conference, Dubrovnik, Kroatia. s. 11-12.

Ballard, G. & Howell, G., 2003. Lean project management. *Building Research & Information*, 31 (2), s. 119-133.

Ballard, G. & Koskela, L., 1998. On the agenda of design management research. Teoksessa: Proceedings of the 6<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Guarujá, Brasilia, s. 52-69.

Ballard, G., Tommelein, I., Koskela, L. & Howell, G., 2002. Lean construction tools and techniques. Teoksessa: Best, R. & de Valence, G. (toim.) *Design and construction: Building in Value*, Butterworth-Heineman, Oxford, s. 227-255. ISBN: 978-113641166-3

Ballard, G. & Zabelle, T., 2000a. Lean project delivery system. White paper #9. Lean Construction Institute.

Ballard, G. & Zabelle, T., 2000b. Lean Design: Process, Tools & Techniques. White Paper #10. Lean Construction Institute.

Bordin, M.F., Dall'agnol, A., Dall'agnol, A., Lantelme, E.M.V. & Costella, M.F., 2018. Kaizen - Analysis of the implementation of the A3 reporting tool in a steel structure company. Teoksessa: González, V.A. (toim.) Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Chennai, India, s. 294-304.

Brown, S. L. & Eisenhardt, K. M., 1995. Product development: Past research, present findings, and future directions. *Academy of management review*, 20 (2), s. 343-378.

Bølviken, T., Gullbrekken, B. & Nyseth, K., 2010. Collaborative design management. *Teoksessa: Proceedings of the 18<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Haifa, Israel. s. 103-112.

Cervone, H. F., 2011. Understanding agile project management methods using Scrum. *OCLC Systems & Services: International digital library perspectives*, 27 (1), S. 18-22.

Chakravorty, S. S., 2009. Process improvement: using Toyota's A3 reports. *Quality Management Journal*, 16 (4), s. 7-26.

Chen, C. H., Ling, S. F. & Chen, W., 2003. Project scheduling for collaborative product development using DSM. *International Journal of Project Management*, 21 (4), s. 291-299.

Choo, H. J., Hammond, J., Tommelein, I. D., Austin, S. A. & Ballard, G., 2004. DePlan: a tool for integrated design management. *Automation in construction*, 13 (3). s. 313-326.

Cooper, R. G., 1990. Stage-gate systems: a new tool for managing new products. *Business horizons*, 33 (3), s. 44-54.

Cooper, R. G., 2017. *Winning at new products: Creating value through innovation* (5. painos). New York, NY, Yhdysvallat: Basic Books, 431 s. ISBN 978-0-465-09332-8.

Cooper, R. G., 2019. The drivers of success in new-product development. *Industrial Marketing Management*, 76, s. 36-47.

Cooper, R. G. & Edgett, S. J., 2006. *Stage-Gate® and the Critical Success Factors for New Product Development*. Product Development Institute, BPTrends, July.

Cooper, R. G. & Sommer, A. F., 2016. Agile-Stage-Gate: New idea-to-launch method for manufactured new products is faster, more responsive. *Industrial Marketing Management*, 59, s. 167-180.

Cortes, J.P.R, Ponz-Tienda, J.L., Delgado, J.M. & Gutierrez-Bucheli, L, 2018. Choosing by advantages; benefits analysis and implementation in a case study, Colombia.” Teoksessa: González, V.A. (toim.), *Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, Chennai, India, s. 636–646.

Cuperus, Y. & Napolitano, P., 2005. Open Building/ Lean Construction Evaluation of a Case in Brazil Teoksessa: *Proceedings of the 13<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Sydney, Australia. s. 457-462

Da Rocha, C.G., Tezel, A., Talebi, S. & Koskela, L., 2018. Product Modularity, Tolerance Management, and Visual Management: Potential synergies. Teoksessa: González, V.A. (toim.), *Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, Chennai, India, s. 582–592.

Dave, B., Pikas, E., Kerosuo, H. & Mäki, T., 2015. ViBR–conceptualising a virtual big room through the framework of people, processes and technology. *Procedia Economics and Finance*, 21, s. 586-593.

Demir, S. T. & Theis, P., 2016. Agile design management-The application of scrum in the design phase of construction projects. Teoksessa: *24<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Boston, MA, Yhdysvallat, s. 13-22.

Denzin, N. K., 2009. The elephant in the living room: Or extending the conversation about the politics of evidence. *Qualitative research*, 9 (2), s. 139-160.

Dlouhy, J., Binninger, M., Oprach, S. & Haghsheno, S., 2016. Three-level Method of Takt Planning and Takt Control – A New Approach For Designing Production System in Construction. Teoksessa: *Proceedings of the 24<sup>th</sup> Annual Conference of the*

International. Group for Lean Construction. (IGLC) Boston, MA, Yhdysvallat. (2) s. 13–22.

Dlouhy J., Binninger M. & Haghsheno S., 2019. Buffer Management in Takt Planning – An Overview of Buffers in Takt Systems. Teoksessa: Pasquire C. and Hamzeh F.R. (toim.) Proceedings of the 27<sup>th</sup> Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC), Dublin, Irlanti. s. 429-440.

Do, D., Chen, C., Ballard, G. & Tommelein, I., 2014. Target value design as a method for controlling project cost overruns. Teoksessa: Kalsaas, B.T., Koskela, L., Saurin, T.A. (toim.), Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Oslo, Norja, s. 171-181.

Fosse, R. & Ballard, G., 2016. Lean Design Management in practice with the Last Planner System. Teoksessa: Proceedings of the 24<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Boston, MA, Yhdysvallat. s. 33-42.

Fowler, M. & Highsmith, J., 2001. The agile manifesto. Software Development, 9 (8), s. 28-35.

Fransson, A., Berghede, K. & Tommelein, I. D., 2014. Takt-time planning and the last planner. Teoksessa: Kalsaas, B.T., Koskela, L., Saurin, T.A. (toim.), Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Oslo, Norja. s. 23-27.

Fundli, I.S. & Drevland, F., 2014. Collaborative Design Management – A case study. Teoksessa: Kalsaas, B.T., Koskela, L., Saurin, T.A. (toim.), Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Oslo, Norja, s. 627-638.

Gardarsson, M.H., Lædre, O. & Svalestuen, F., 2019. Takt Time Planning in Porsche Consulting, The Boldt Company and Veidekke. Teoksessa: Pasquire C. and Hamzeh F.R. (toim.) Proceedings of the 27<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Dublin, Irlanti. s. 551-562.

Haapasalo, H., 2018. Yhteistoiminnalliset mekanismit. Teoksessa: Haapasalo H., Aaltonen K., Kähkönen K. & Saari A. (toim.) Rakentamisen Integraatiomekanismit. Tuotantotalouden tutkimusraportteja. Oulun yliopisto [verkkodokumentti] s. 18-31. ISBN 978-952-62-2160-1. Saatavissa: <http://lci.fi/wp-content/uploads/2018/12/RAIN-hankkeen-loppuraportti.pdf> [viitattu 3.2.2020].

Hakaste, H., 2014. Muuntojouston uusi tuleminen. Rakennustieto [verkkodokumentti] 7 s. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150201.pdf> [viitattu 7.2.2020].

Hamerski, D.C., Formoso, C.T., Isatto, E.L. & Cevallos, C.A., 2019. Combining Lean and Agile Project Management in A Multi-Project Environment: Case Study in a Retail Company. Teoksessa: Pasquire C. & Hamzeh F.R. (toim.) Proceedings of the 27<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Dublin, Irlanti, s. 239–250.

Hamzeh, F. R., Ballard, G. & Tommelein, I. D., 2009. Is the Last Planner System applicable to design? — A case study. Teoksessa: Proceedings of the 17<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Taipei, Taiwan. s. 13-19.

Highsmith, J. & Cockburn, A., 2001. Agile software development: The business of innovation. Computer, 34 (9), s. 120-127.

Hines, P., Holwe, M. & Rich, N., 2004. Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. International Journal of Operations & Production Management, 24 (9/10), s. 994-1011.

Hjelmbrekke, H., Klakegg, O. & Lohne, J., 2017. Governing value creation in construction project: a new model. International Journal of Managing Projects in Business, 10 (1), s. 60-83.

Junnonen, J-M. & Kärnä, S., 2015. Suunnitelmien virheettömyydellä tehokkaampaan rakentamiseen. Tiivistelmä RALA-projektipalautetiedon suunnittelijapalautteen

analyysista. [verkkodokumentti] Saatavissa:  
[https://www.rala.fi/tiedostot/Suunnittelijapalaute\\_tulostiivistelmä.pdf](https://www.rala.fi/tiedostot/Suunnittelijapalaute_tulostiivistelmä.pdf) [viitattu  
 8.1.2020].

Jørgensen, B. & Emmitt, S., 2009. Investigating the integration of design and construction from a “lean” perspective. *Construction innovation*, 9(2), s. 225-240.

Karlström, D. & Runeson, P., 2005. Combining agile methods with stage-gate project management. [verkkodokumentti] *IEEE Software*, 22 (3), s. 43-49. Saatavissa: [www.computer.org/software](http://www.computer.org/software) [viitattu 6.2.2020].

Kendall, S., 2005. Open building: an architectural management paradigm for hospital architecture. CIB W096 Architectural Management, Lyngby, Denmark, TU Denmark. s. 273-284.

Kerosuo, H., Mäki, T., Codinhoto, R., Koskela, L. & Miettinen, R., 2012. In time at last: Adaption of Last Planner tools for the design phase of a building project. Teoksessa: *Proceedings of the 20<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group of Lean Construction (IGLC)*. San Diego, CA, Yhdysvallat. s. 1031-1041.

Kerosuo, H., Mäki, T. & Korpela, J., 2015. Knotworking and the visibilization of learning in building design. *Journal of Workplace Learning*, 227 (2), s. 128-141.

Kerosuo, H., Paavola, S., Miettinen, R. & Mäki, T. 2017. Hankkeista oppiminen. Tietomallintamisen johtaminen, organisointi ja koordinointi rakennushankkeissa, Työsuojelurahasto (hanke 115196), Helsingin yliopisto, Helsinki.

Khalife, S., Mneymneh, B.E., Tawbe, A., Chatila, M.H. & Hamzeh, F., 2018. Employing Simulation to Study the Role of Design Structure Matrix in Reducing Waste in Design. Teoksessa: González, V.A. (toim.), *Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, Chennai, India, s. 879– 889. Saatavissa: [www.iglc.net](http://www.iglc.net) [viitattu 9.1.2020].



Khanzode, A., 2012. Making the integrated big room better, DPR construction. [verkkodokumentti] Saatavissa: [www.dpr.com/view/making-big-room-better](http://www.dpr.com/view/making-big-room-better) [viitattu 3.2.2020].

Khan, S. & Tzortzopoulos, P., 2015. Improving Design Workflow with the Last Planner System: two action research studies. Teoksessa: 23<sup>rd</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Perth, Australia, s. 568-577. (julkaisematon)

Koniel, O., 2019. Suunnittelun ohjausmenetelmän kehittäminen toteutussuunnittelun hukan eliminoimiseksi. Diplomityö, Aalto-yliopisto.

Korpela, J., 2015. Significance of Knotworking from the Client's Point of View. *Procedia Economics and Finance*, 21 (1), s. 209-216.

Koskela, L., Howell, G., Ballard, G. & Tommelein, I., 2002b. The foundations of lean construction. *Design and construction: Building in value*, 291, s. 211-226.

Koskela, L., Huovila, P. & Leinonen, J., 2002a. Design management in building construction: from theory to practice. *Journal of construction research*, 3 (1), s. 1-16.

Koskela, L. J., Stratton, R. & Koskenvesa, A., 2010. Last planner and critical chain in construction management: comparative analysis. Teoksessa: *Proceedings of the 18<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction* S. 538-547). National Building Research Institute, Technion-Israel Institute of Technology.

Kpamma, Z. E., Adjei-Kumi, T., Ayarkwa, J. & Adinyira, E., 2014. Creating, Sustaining and Optimising the Collaborative Realm for Participatory Design. Teoksessa: Kalsaas, B. T., Koskela, L. & Saurin, T. A. (toim.) *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*. Oslo, Norja. s. 475-485

Krishnan, V. & Ulrich, K. T., 2001. Product development decisions: A review of the literature. *Management science*, 47 (1), s. 1-21.

Kruus, M. 2008. Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa. Rakennustieto.

Kvan, T., 2000. Collaborative design: what is it?. Automation in construction, 9 (4), s. 409-415.

Lahdenperä, P. 2009. Kilpailullinen yhden tavoitekustannuksen menettely. [verkkodokumentti] Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland. VTT Tiedotteita - Research Notes 2471. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>. ISBN 978-951-38-7286-1. [viitattu 3.2.2020]. 74 s.

Lahdenperä, P., 2012. Making sense of the multi-party contractual arrangements of project partnering, project alliancing and integrated project delivery. Construction Management and Economics, 30 (1), s. 57-79.

Lehtovaara, J., Mustonen, I., Peuronen, P., Seppänen, O. & Peltokorpi, A., 2019a. Implementing Takt Planning and Takt Control into Residential Construction Teoksessa: Pasquire C. & Hamzeh F.R. (toim.) Proceedings of the 27<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Dublin, Irlanti, s. 417–428.

Lehtovaara, J., Seppänen, O. & Heinonen, A., 2019b. Building 2030 - Tahti suunnittelussa ja tuotannossa – loppuraportti. [verkkodokumentti]. Saatavissa: <https://bit.ly/2teYwL8> [viitattu 16.1.2020].

Lidelöw, H., 2017. The ER Design Simulation Game: Experience and Reflect. Teoksessa: Walsh, K., Sacks, R. & Brikalis, I. (toim.) LC3 2017 Volume II – Proceedings of the 25<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Heraklion, Kreikka. s. 515-522.

Lidelöw, H. & Jansson, G., 2017. The Effect of Pre-Engineering on Design Management Methods. Teoksessa: Walsh, K., Sacks, R. & Brikalis, I. (toim.) LC3 2017 Volume II – Proceedings of the 25<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Heraklion, Kreikka. s. 523-530.

Liker, J. K. & Morgan, J. M., 2006. The Toyota way in services: the case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20 (2), s. 5-20.

Linck, J. & Cochran, D. S., 1999. The importance of takt time in manufacturing system design (No. 1999-01-1635). SAE Technical Paper.

Linnik, M., Berghede, K. & Ballard, G., 2013. An experiment in Takt time planning applied to non-repetitive work. Teoksessa: Proceedings of the 21<sup>st</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Fortaleza, Brasilia, s. 609-618.

Liu, M., Ballard, G. & Ibbs, W., 2011. Work flow variation and labor productivity: Case study. *Journal of management in engineering*, 27 (4), s. 236-242.

Liu, Y., Van Nederveen, S. & Hertogh, M., 2017. Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: An empirical study in China. *International Journal of Project Management*, 35 (4), s. 686-698.

Lostuvali, B., Alves, T. D. C. L. & Modrich, R., 2012. Lean product development at Cathedral Hill Hospital project. Teoksessa: Proceedings of the 20<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction, San Diego, CA, Yhdysvallat (20) s. 1041-1050.

Macomber, H., Howell, G. & Barberio, J., 2012. Target-Value Design: Nine Foundational and Six Advanced Practices For Delivering Surprising Client Value. Lean Project Consulting, Inc. [verkkodokumentti]. Saatavissa: [https://leanconstruction.org/media/learning\\_laboratory/Target\\_Value\\_Design/Target%20Value%20Design%20%5BLPC%5D.pdf](https://leanconstruction.org/media/learning_laboratory/Target_Value_Design/Target%20Value%20Design%20%5BLPC%5D.pdf) [viitattu 5.2.2020].

Majava, J., Haapasalo, H. & Aaltonen, K. 2019. Elaborating factors affecting visual control in a big room. *Construction Innovation*, 19 (1), s. 34-47.

Mandujano, M. G., Mourgues, C., Alarcón, L. F. & Kunz, J., 2017. Modeling virtual design and construction implementation strategies considering lean management impacts. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 32 (11), s. 930-951.

Merikallio, L., 2015a. Last Planner –menetelmä tuotannon ohjaukseen. Lean Construction Institute Finland [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://lci.fi/blog/menetelmakortti/last-planner-systeemi/> [viitattu 16.1.2020].

Merikallio, L., 2015b. Tilaajan tavoitteisiin suunnittelu – Target Value Design (TVD). Lean Construction Institute Finland [verkkodokumentti]. Saatavissa: <http://lci.fi/blog/menetelmakortti/tilaajan-tavoitteisiin-suunnittelu-target-value-design-tvd/#> [viitattu 5.2.2020].

Miron, L., I., G., Kaushik, A. & Koskela, L., 2015. Target value design: the challenge of value generation. Teoksessa: *Proceedings of the 23<sup>rd</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction. IGLC (23). IGLC.net, Perth, Australia*, s. 815-825.

Mitropoulos, P. & Tatum, C.B., 2000. Management-Driven Integration. *Journal of Management in Engineering*, 16 (1), s. 48-58.

Modi, D. B. & Thakkar, H., 2014. Lean thinking: reduction of waste, lead time, cost through lean manufacturing tools and technique. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 4 (3), s. 339-344.

Mota, B., Biotto, C., Choudhury, A., Abley, S. & Kagioglou, M., 2019. Lean Design Management in a Major Infrastructure Project in UK. Teoksessa: Pasquire C. and Hamzeh F.R. (toim.) *Proceedings of the 27<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Dublin, Irlanti*, s. 37–48.

Nielsen, A. S. & Thomassen, M. A., 2004, How to Reduce Batch-Size. Teoksessa: Bertelsen, S. & Formoso, C. T. (toim.) *12<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Helsingør, Tanska*.

Novak, V., 2012. Target Value Design: Managing Sustainability Values in Construction. Teoksessa: Novak, V. (toim.) Managing Sustainability Value in Design: A Systems Approach, Blacksburg, Virginia, Yhdysvallat, 1001, s. 104-109.

Oppenheim, B. W., 2004. Lean product development flow. Systems engineering, 7(4), s. 352-376.

Oyegoke, A., 2011. The constructive research approach in project management research. International Journal of Managing Projects in Business, 4 (4), s. 573-595.

Parrish, K. & Tommelein, I. D., 2009. Making design decisions using choosing by advantages. Teoksessa: Proceedings of the 17<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC) Taipei, Taiwan. s. 15-17.

Pikas, E., Koskela, L., Dave, B. & Liias, R., 2015. Case study on design management: Inefficiencies and possible remedies. Teoksessa: Proceedings 23<sup>rd</sup> Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC). Perth, Australia. s. 547-557.

Pikas, E., Koskela, L., Trelldal, N., Ballard, G. & Liias, R., 2016. Collaborative Design: Justification, Characteristics and Related Concepts. Teoksessa: Proceedings of the 24<sup>th</sup> Annual Conference of the International. Group for Lean Construction. (IGLC) Boston, MA, Yhdysvallat. s. 143-152.

Pishdad-Bozorgi, P., Moghaddam, E. H. & Karasulu, Y., 2013. Advancing target price and target value design process in IPD using BIM and risk-sharing approaches. Teoksessa: Proceedings of the 49<sup>th</sup> ASC Annual International Conference Proceedings, San Luis Obispo, CA, Yhdysvallat. s. 9-13.

Reinertsen, D. G., 1997. Managing the design factory. New York, NY, Yhdysvallat: The Free Press, 269 s. ISBN 0-684-83991-1.

Reinertsen, D. G., 2009. The principles of product development flow: second generation lean product development. Redondo Beach, CA, Yhdysvallat: Celeritas, 249 s. ISBN: 978-1-935401-00-1.

Riihiluoma, J., 2017. Rakennushankkeen suunnittelun ohjauksen kriittisten pisteiden tunnistaminen. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto.

Rischmoller, L., Reed, D., Khanzode, A. & Fischer, M., 2018. Integration Enabled by Virtual Design & Construction as a Lean Implementation Strategy. Teoksessa: González, V.A. (toim.), Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Chennai, India, s. 240–249.

Rosas, E., 2013. Integrating the design structure matrix and the last planner system into building design. Teoksessa: Proceedings of the 21<sup>st</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Fortaleza, Brasil, s. 389-398.

Ross, J., 2003. Introduction to project alliancing. Teoksessa: Alliance Contracting Conference (Vol. 30). [verkkodokumentti] Saatavissa: [https://library.iccpm.com/sites/default/files/Documents/Alliancing\\_30Apr03\\_D\\_PCI.pdf](https://library.iccpm.com/sites/default/files/Documents/Alliancing_30Apr03_D_PCI.pdf) [viitattu 3.2.2020]

RT 10-11107, 2013. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12. Rakennustieto Oy.

RT 10-11109, 2013. Arkkitehtisuunnittelun tehtäväluettelo HJR12. Rakennustieto Oy.

RT 10-11224, 2016. Talonrakennushankkeen kulku - Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. Rakennustieto Oy.

RT 10-11225, 2016. Talonrakennushankkeen kulku - Rakennushankkeen kesto ja aikataulut. Rakennustieto Oy.

RT 103199, 2020. Allianssin yleiset sopimusehdot. Rakennustieto Oy.

RT 80354, 2020. Rakennushankkeen allianssisopimus. Rakennustieto Oy.

RT 80357, 2020. Allianssin kaupalliset ehdot. Rakennustieto Oy.

Saari, A., Keskiniva, K. & Junnonen, J-M., 2018. Virtauttaminen rakennushankkeissa. Teoksessa: Haapasalo H., Aaltonen K., Kähkönen K. & Saari A. (toim.) Rakentamisen Integraatiomekanismit. Tuotantotalouden tutkimusraportteja. Oulun yliopisto [verkkodokumentti] S. 32-45. ISBN 978-952-62-2160-1. Saatavissa: <http://lci.fi/wp-content/uploads/2018/12/RAIN-hankkeen-loppuraportti.pdf> [viitattu 9.1.2020].

Sacks, R., 2016. What constitutes good production flow in construction? Construction Management and Economics, 34 (9), s. 641-656.

Schöttle, A., Arroyo, P. & Christensen R., 2018. Demonstrating the value of an effective collaborative decision-making process in the design phase. Teoksessa: González, V.A. (toim.), Proceedings of the 26<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Chennai, India, s. 899–909. [www.iglc.net](http://www.iglc.net) [viitattu 9.1.2020]

Seppänen, O., Ballard, G. & Pesonen, S., 2010. The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System. Lean construction journal. s. 43-54.

Seppänen, O. & Uusitalo, P., 2019. Lean-suunnittelunohjaus. Bulding 2030: Lean-suunnittelunohjaus, loppuraportti. [verkkodokumentti]. Saatavissa: [https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-02/lm\\_loppuraportti\\_22.8.2017.pdf](https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-02/lm_loppuraportti_22.8.2017.pdf) [viitattu 16.1.2020].

Shah, R. & Ward, P. T., 2007. Defining and developing measures of lean production. Journal of operations management, 25 (4), s. 785-805.

Shim, E., 2011. Impacts of matched batch sizes on time reduction in construction projects. Teoksessa: Proceedings of the 28<sup>th</sup> International Symposium on Automation and Robotics in Construction. S 929-34).

Streule, T., Miserini, N., Bartlomé, O., Klippel, M. & De Soto, B. G., 2016. Implementation of Scrum in the Construction Industry. Procedia engineering, 164, s. 269-276.

Talo 2000 -hankenimikkeistö. Yleisseloste. Talo-ryhmä, Haahtela-kehitys Oy. Rakennustieto Oy. 2007.

Tauriainen, M., Marttinen, P., Bhargav, D. & Koskela, L., 2016. The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices. *Procedia Engineering*, 164, s. 567-574.

Thyssen, M. H., Emmitt, S., Bonke, S. & Christoffersen, A. K., 2008. The Toyota product development system applied to a design management workshop model. Teoksessa: Tzortzopoulos, P. & Kagioglou, M. (toim.), *Proceedings of the 16<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC*, Manchester Iso-Britannia (16) s. 507-518

Tribelsky, E., & Sacks, R., 2011. An empirical study of information flows in multidisciplinary civil engineering design teams using lean measures. *Architectural Engineering and Design Management*, 7 (2), s. 85-101.

Ulrich, K., 1995. The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research policy*, 24 (3), s. 419-440.

Uusitalo, P., Seppänen, O., Lappalainen, E., Peltokorpi, A. & Olivieri, H., 2019a. Applying level of detail in a BIM-based project: An overall process for lean design management. *Buildings*, 9 (5), 109.

Uusitalo, P., Seppänen, O., Peltokorpi, A. & Olivieri, H., 2019b. Solving design management problems using lean design management: the role of trust. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26 (7), S. 1387-1405.

Uusitalo, P., Olivieri, H., Seppänen, O., Pikas, E. & Peltokorpi, A., 2017. Review of Lean Design Management: Processes, methods and technologies. Teoksessa: Walsh, K., Sacks, R., Brikalis, I. (toim.) *LC3 2017 Volume II – Proceedings of the 25<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*. Heraklion, Kreikka. S. 571-578.



Valente, C. P., Montenegro, G. A., Brito, F. L., Biotto, C. N., Mota, B. P. & Schramm, F. K., 2013. Benefits of Batch Size Reduction: A Case Study in a Residential Project. Teoksessa: Proceedings of 21<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Fortaleza, Brasilia, s. 1029-1038.

Vison & Rakli, 2019. IPT2-pelikirja. [verkkodokumentti]. [viitattu 7.8.2020]. Saatavissa: [https://asiakas.kotisivukone.com/files/ipt-hanke.fi.auttaa.fi/IPT2\\_pelikirja\\_versio\\_1.1.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/ipt-hanke.fi.auttaa.fi/IPT2_pelikirja_versio_1.1.pdf)

Womack, J., Jones, D.T. & Roos, D., 1990. The Machine that changed the world. New York: Rawson Associates cop, 323 s. ISBN 0-89256-350-8.

Yassine, T., Bacha, M. B. S., Fayek, F. & Hamzeh, F., 2014. Implementing Takt-Time Planning in Construction to Improve Work Flow. Teoksessa: Proceedings of 22<sup>nd</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014. Oslo, Norja, 2014. s. 787-798.

Zairi, M. & Youssef, M. A., 1995. Quality function deployment. International Journal of Quality & Reliability Management, 12 (6), s. 9-23.

Zhang, J., Long, Y., Lv, S. & Xiang, Y., 2016. BIM-enabled modular and industrialized construction in China. Procedia engineering, 145, s. 1456-1461.

Zimina, D., Ballard, G. & Pasquire, C., 2012. Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. Construction Management and Economics, 30 (5), s. 383-398.

## LIITTEET

Liite 1: Haastattelukysymykset

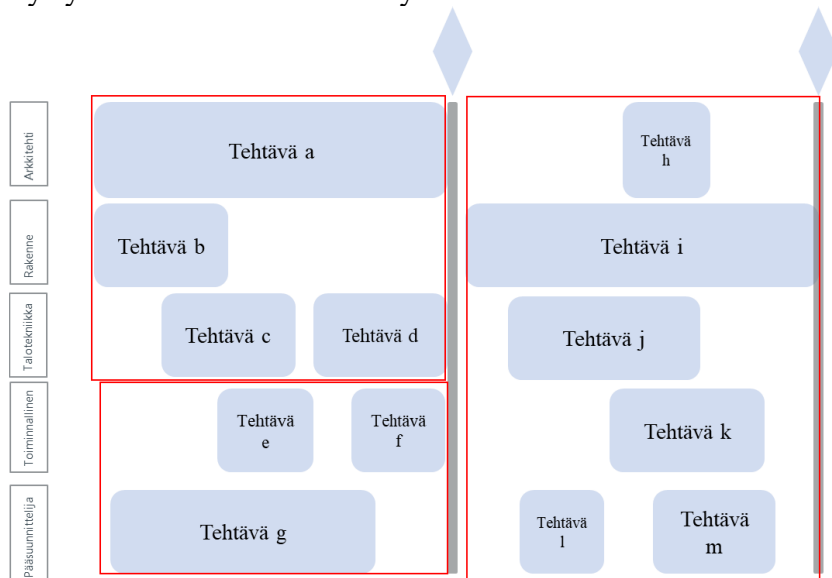
**Alkuun:** Haastateltavan rooli yrityksessä, tausta ja kokemus.

### Suunnitteluprosessi

1. Mitkä ovat teidän keskeiset tehtäväkokonaisuutenne tarveselvityksestä eteenpäin järjestyksessä? Mitkä näistä limittyvät keskenään?
2. Mitä keskeisiä tarpeita teillä on muille osapuolille, jotta voitte toteuttaa tehtävänne?
3. Mitä keskeisiä tuotoksia/päätöksiä kaivataan ja missä vaiheessa ne tulisi tehdä, jotta ne eivät vaikuttaisi tehtävienne etenemiseen?
4. Millaisia isoja välitavoitteita tehtävienne ja suunnitteluvaiheen etenemisestä voidaan tunnistaa?
5. Miten RT-kortiston tehtäväluetteloita käytetään suunnittelussa? Onko esim. yhdistetty eri suunnittelutehtävien tehtäväluetteloita yhteiseksi prosessiksi?

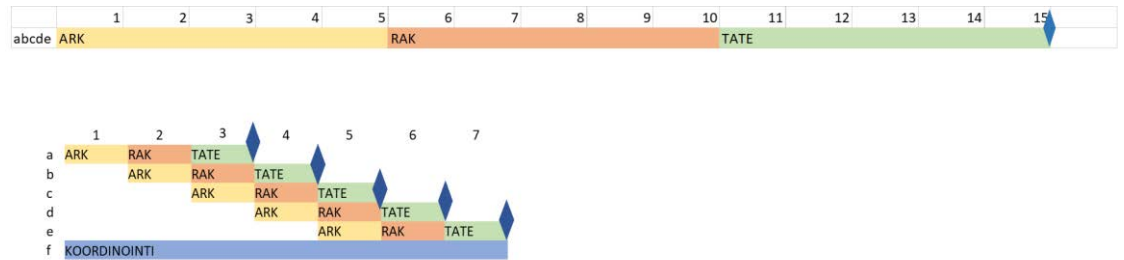
### Suunnitteluprosessin modulointi

1. Millaisia moduulikokonaisuuksia suunnittelussa on?
2. Miten oma työsi vaikuttaa toisen onnistumiseen?
3. Pystytkö moduloimaan omaa työtäsi?



### Virtaus

1. Olisiko mahdollista jakaa suunnittelutehtäviä pienempiin kokonaisuuksiin, joissa suunnittelija esimerkiksi viikossa suorittaa sovitut tehtävät ja tämän jälkeen seuraava suunnittelija voi jatkaa tästä? Olisiko tällainen mahdollinen jossain kohdin alkuvaiheiden suunnittelua?



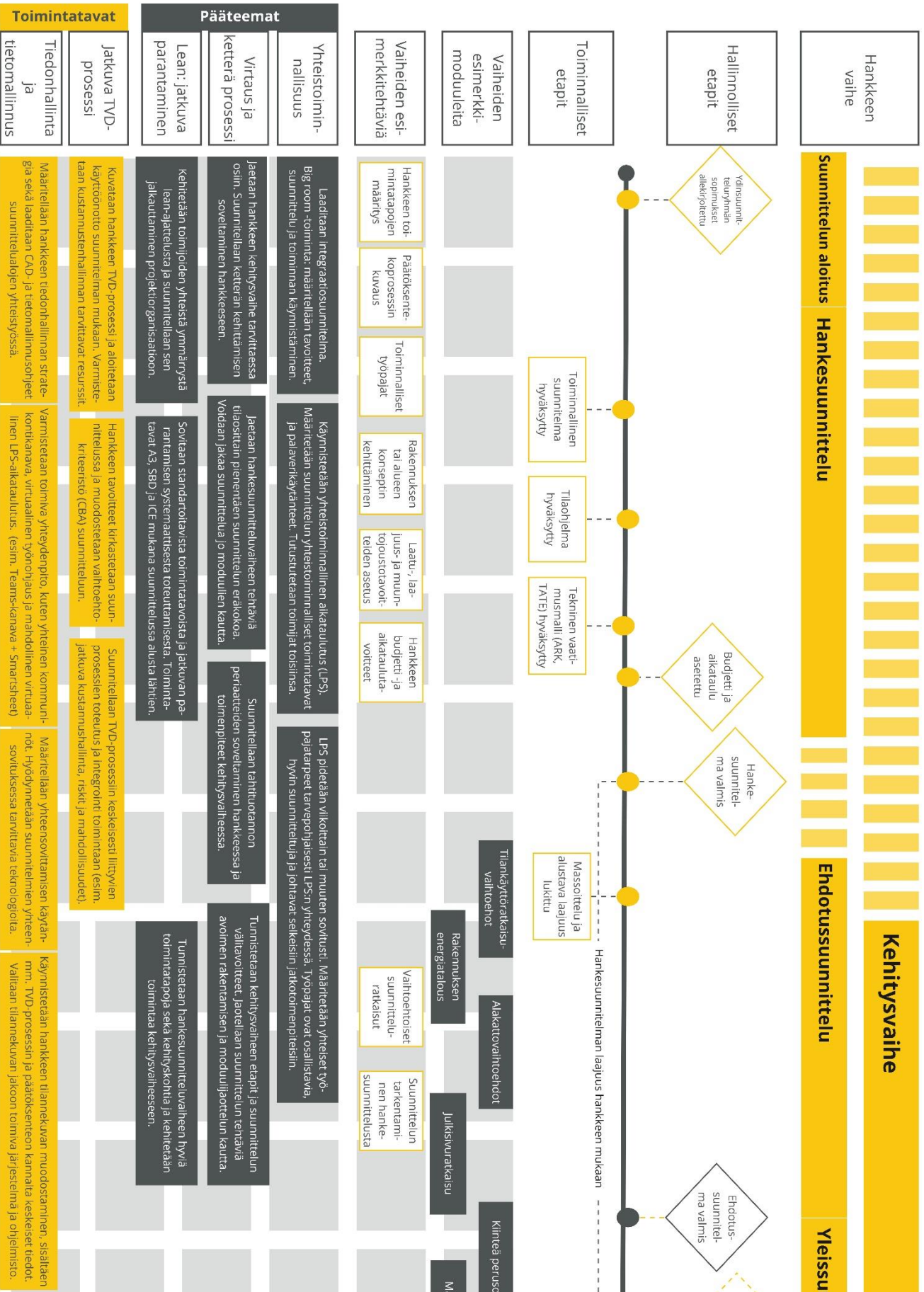
## Arvo

1. Miten arvo ja tilaajan tavoitteet tulisi määritellä suunnittelun alkuvaiheiden kannalta?
2. Millaisista asioista tulisi tehdä päätöksiä suunnittelun alussa, jotta vältettäisiin suurilta muutoksilta?
3. Miten tilaajan arvot ja tavoitteet näkyvät jokapäiväisessä suunnittelutyössä? Miten niiden tulisi näkyä?
4. Miten tavoitteet ohjaavat vaihtoehtojen vertailua? Miten niiden tulisi ohjata?

## Yhteistoiminnallisuus ja integraatio

1. Miten suunnittelijoiden välistä kommunikointia voidaan kehittää?
2. Miten suunnittelussa jaetaan tilannekuvaa? Esim. tietopaketti, jossa nähtävissä kuka tekee mitäkin ja millaisia tietoja he tarvitsevat?
3. Miten omalta osaltasi myötävaikutat toisten suunnitteluun? Miten omaa työskentelyäsi voisi kehittää?
4. Miten suunnitteluosaamisen integrointi tulisi toteuttaa? Milloin, ketkä ja miksi integroidaan?
5. Miten varmistetaan, että suunnittelussa saadaan ongelmat ratkaistua ja päätöksenteko toimii?
6. Millaisia suunnittelupalaverikäytänteitä on/tulisi olla? Esim. viikoittainen suunnittelupalaveri, jossa käydään aikataulua ja kohdattuja ongelmia yhteisesti läpi?
7. Miten yhteisissä tiloissa työskentelyä ja LPS-aikataulutusta voidaan hyödyntää suunnittelussa?

## Liite 2: Prosessikuvaus



## Liite 2: Prosessikuvaus

